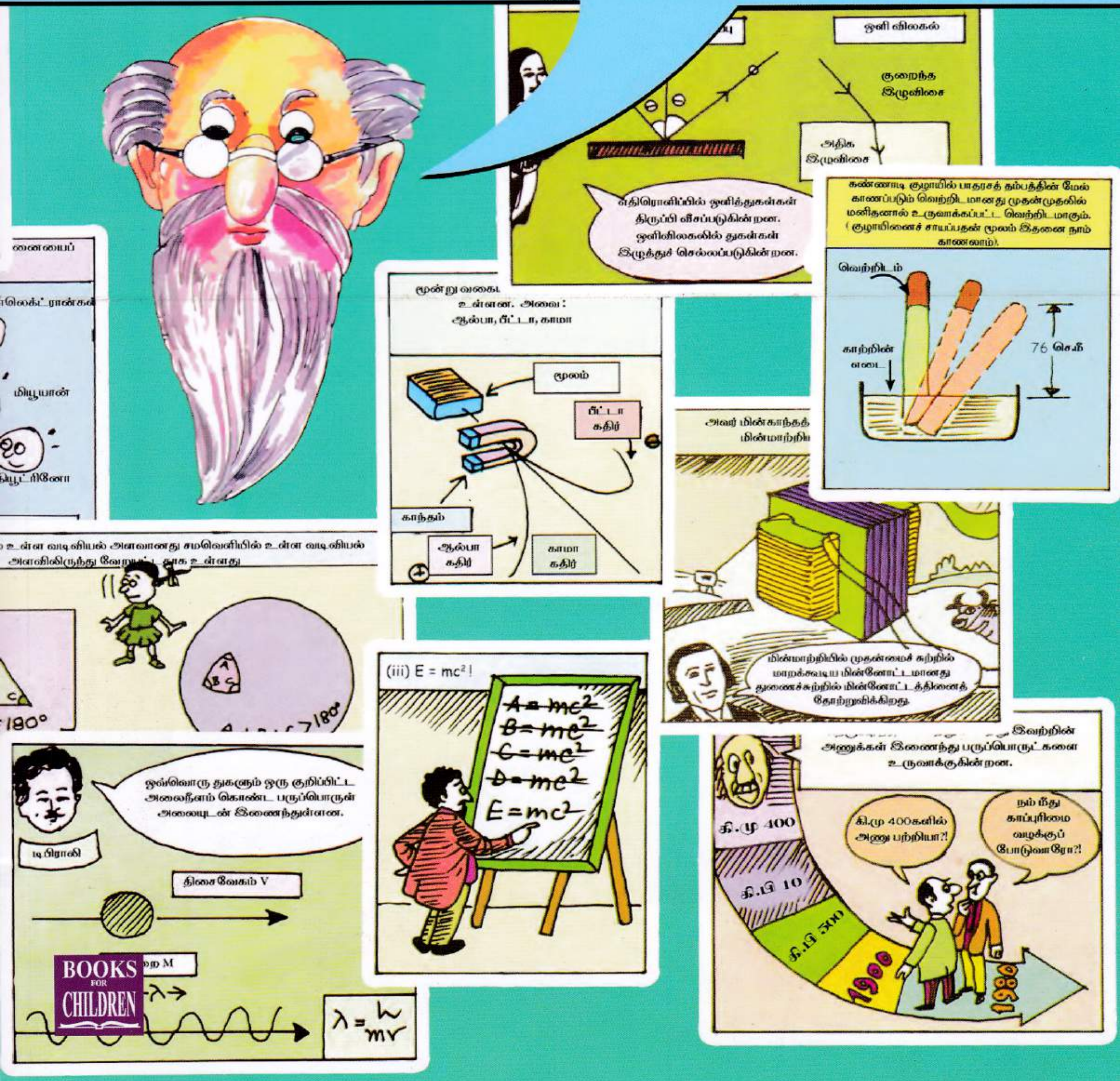
இயற்பியலின் கதை

ஆங்கில மூலம்
T. பத்மநாபன்

படங்கள்
கெய்த் ஃப்ரான்ஸிஸ் (மறுஆக்கம் - அவிநாஷ் தேஷ்பாண்டே)

தமிழில்
மோ.மோகனப்பிரியா



BOOKS FOR CHILDREN

இயற்பியலின் கதை

ஆங்கில மூலம்

ஜி. பத்மநாபன்

படங்கள்

கெய்த் ஃப்ரான்ஸிஸ்

(மறுஆக்கம் - அவிநாஷ் தேஷ்பாண்டே)

தமிழில்

மோ.மோகனப்பிரியா

BOOKS FOR CHILDREN

EYARPIYALIN KADHAI (IN TAMIL)

Written: **T. PADMANABHAN**
Illustrations: Keith Francis
(Redrawn by avinash)
In Tamil: **M. MOHANAPRIYA**
First Edition : January, 2018
Originaly Published as ' The Story of Physics' by Vigyan Prasar (2002)

BOOKS FOR CHILDREN
(An imprint of Bharathi Puthakalayam)
7, Elango Salai, Teynampet, Chennai - 600 018
Email: thamizhbooks@gmail.com | www.thamizhbooks.com

இயற்பியலின் கதை

ஆங்கில மூலம்: **ஜி. பத்மநாபன்**
சித்திரங்கள்: **கெய்த் ஃப்ரான்ஸிஸ்**
(மறுஆக்கம் – அவிநாஷ் தேஷ்பாண்டே)
தமிழில்: **மோ. மோகனப்பிரியா**
முதல் பதிப்பு: ஜனவரி, 2018

வெளியீடு:

BOOKS FOR CHILDREN

புக்ஸ் ஃபார் சில்ரன்
பாரதி புத்தகாலயத்தின் ஓர் அங்கம்
7, இளங்கோ சாலை, தேனாம்பேட்டை, சென்னை - 600 018
தொலைபேசி : 044 24332424, 24332924, 24356935

விற்பனை உரிமை

பாரதி புத்தகாலயம்

விற்பனை நிலையம்

திருவல்லிக்கேணி: 48, தேரடி தெரு | **பெரம்பூர்:** 52, கூக்ஸ் ரோடு
வடபழனி: பேருந்து நிலையம் எதிரில் அடையார் ஆனந்தபவன் மாடியில்
ஈரோடு: 39, ஸ்டேட் பாங்க் சாலை | **திண்டுக்கல்:** பேருந்து நிலையம்
நாகை: 1, ஆரியபத்திரபிள்ளை தெரு | **திருப்பூர்:** 447, அவினாசி சாலை
திருவாரூர்: 35, நேதாஜி சாலை | **சேலம்:** பாலம் 35, அத்வைத ஆஸ்ரமம் சாலை,
சேலம்: 15, வித்யாலயா சாலை | **கரூர்:** நாரத கானசபா அருகில் (Near TNGEA - Office)
அருப்புக்கோட்டை: 97/33, விருதுநகர் மெயின்ரோடு | **நெய்வேலி:** சி.ஐ.டி.யூ அலுவலகம்,
மதுரை: 37A, பெரியார் பேருந்து நிலையம் | **மதுரை:** சர்வோதயா மெயின்ரோடு,
குன்னூர்: N.K.N வணிகவளாகம் பெட்போர்ட் | **செங்கற்பட்டு:** 1 டி., ஜி.எஸ்.டி சாலை
விழுப்புரம்: 26/1, பவானி தெரு | **திருநெல்வேலி:** 25A, ராஜேந்திரநகர், பாளையங்கோட்டை
விருதுநகர்: 131, கச்சேரி சாலை | **கும்பகோணம்:** ரயில் நிலையம் அருகில்
வேலூர்: S.P. Plaza 264, பேஸ் II , சத்துவாச்சாரி | பேருந்து நிலையம் அருகில்,
தஞ்சாவூர்: காந்திஜி வணிக வளாகம் காந்திஜி சாலை | **விருதாசலம்:** 511A, ஆலடி ரோடு
திருச்சி: வெண்மணி இல்லம், கரூர் புறவழிச்சாலை | **பழனி:** பேருந்து நிலையம்
தேனி: 12,H, மீனாட்சி அம்மாள் சந்து, இடமால் தெரு | **கோவை:** 77, மசக்காளிபாளையம் ரோடு,
பீளமேடு | **தி.மலை:** முத்தம்மாள் நகர், | **நாகர்கோவில்:** 699, கே.பி.ரோடு, ஆர்.வி.புரம், 94434 50111
சிதம்பரம்: 22A/18B தேரடி கடைத் தெரு, கீழவீதி அருகில் | **கடலூர்:** 55, பாஷியம் ரெட்டி தெரு, மஞ்சக்குப்பம்

நினைத்த நூல்கள்... நினைத்த நேரத்தில்...

thamizhbooks.com | 9444960935

ரூ.90/-

அச்சு : கணபதி எண்டர்பிரைசஸ், சென்னை - 600 002.

நூலாசிரியர் பற்றி

தானு பத்மநாபன் புனேயில் இயங்கி வரும் பல்கலைக்கழகங்களுக்கிடையேயான வானியல் மற்றும் வானியற்பியல் மையத்தில் (Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics, (IUCAA)) கௌரவ விரிவுரையாளராகப் பணிப்புரிந்து வருகிறார்.

திருவனந்தபுரத்தில் பள்ளிக் கல்வியையும் கல்லூரிக் கல்வியையும் முடித்த அவர் மும்பையிலுள்ள டாடா அடிப்படை ஆய்வுகள் மையத்தில் (Tata Institute of Fundamental Research (TIFR)) முனைவர் பட்டம் பெற்றார். பின்னர் அதே நிறுவனத்தில் தனது பணியைத் தொடங்கிய அவர் அதன்பிறகு கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்திலும், புனேயில் உள்ள இந்திய அறிவியல் கல்வி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (Indian Institute of Science, Education and Research (IISER, Pune)) போன்ற நாட்டின் முன்னணி உயர்கல்வி நிறுவனங்களிலும் பணியாற்றியுள்ளார்.

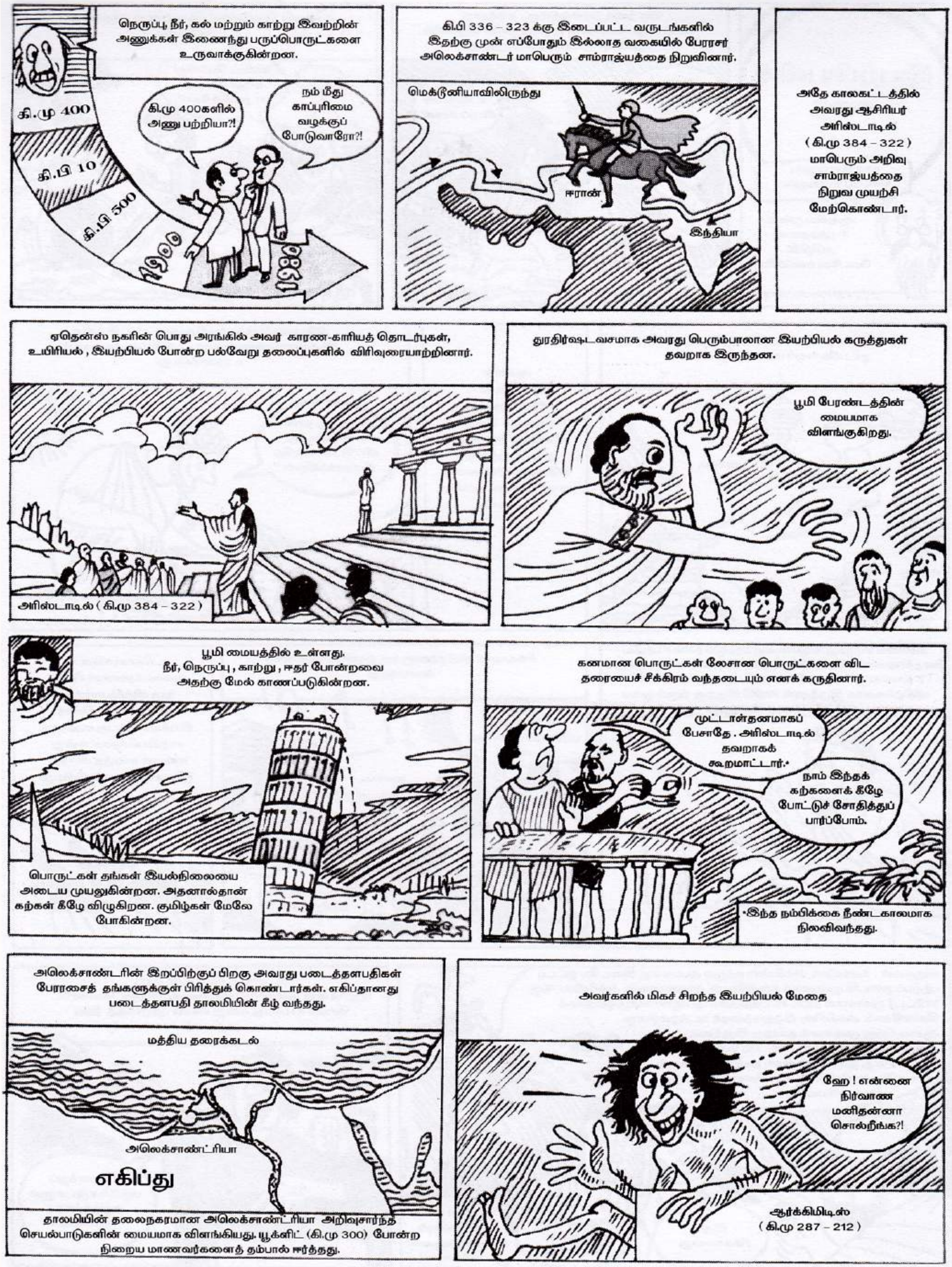
ஈர்ப்பியல் மற்றும் குவாண்டம் ஈர்ப்பியல் துறைகளில் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு சுமார் 250க்கும் மேற்பட்ட ஆய்வுக்கட்டுரைகளை வெளியிட்டுள்ளார். அறிவியல் பணிகளுக்காக பல விருதுகளைப் பெற்றுள்ள அவர் 2007 ஆம் ஆண்டு இந்திய அரசின் பத்மஸ்ரீ விருதையும் பெற்றுள்ளார்.

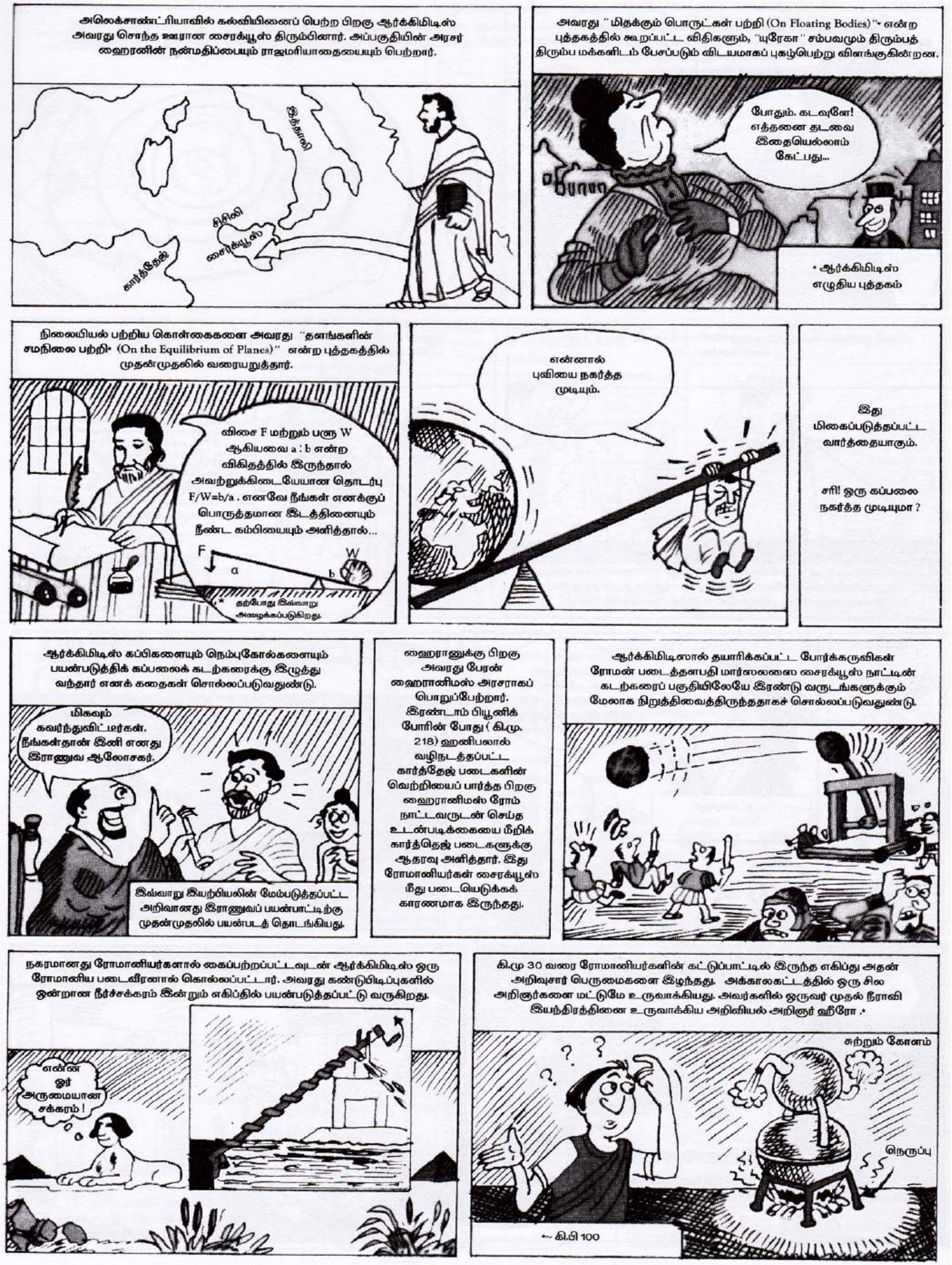
நீண்ட நெடிய வரலாற்றினையுடைய இயற்பியலின் கதையை ஒரு படக்கதைப்புத்தகத்தில் சொல்வது என்பது அத்தனை எளிதான செயல் அல்ல. அக்கதையை எளிமையாகச் சொல்ல முயன்று அதில் வெற்றியும் பெற்றுள்ள வகையில் இது ஒரு முக்கியமான முயற்சி. இயற்பியல் மாமேதைகளின் தனிப்பட்ட வரலாற்றினை மட்டுமல்லாமல், ஒட்டு மொத்த இயற்பியலுக்கு அவர்களது பங்களிப்பைப் பற்றியும் இப்படக்கதைப் புத்தகம் விளக்குகிறது. சுவாரஸ்யமாகவும், ஆங்காங்கே நகைச்சுவை ததும்பவும் உள்ள இப்புத்தகம் பள்ளி மற்றும் கல்லூரி மாணவர்களுக்கு மட்டுமின்றி இயற்பியலை விரும்பும் யாவருக்கும், இயற்பியல் பற்றிய ஒரு பரந்த பார்வையைத் தரக்கூடியது. இதோ இயற்பியல் உலகம் தன் கதையோடு உங்களுக்காகக் காத்திருக்கிறது..

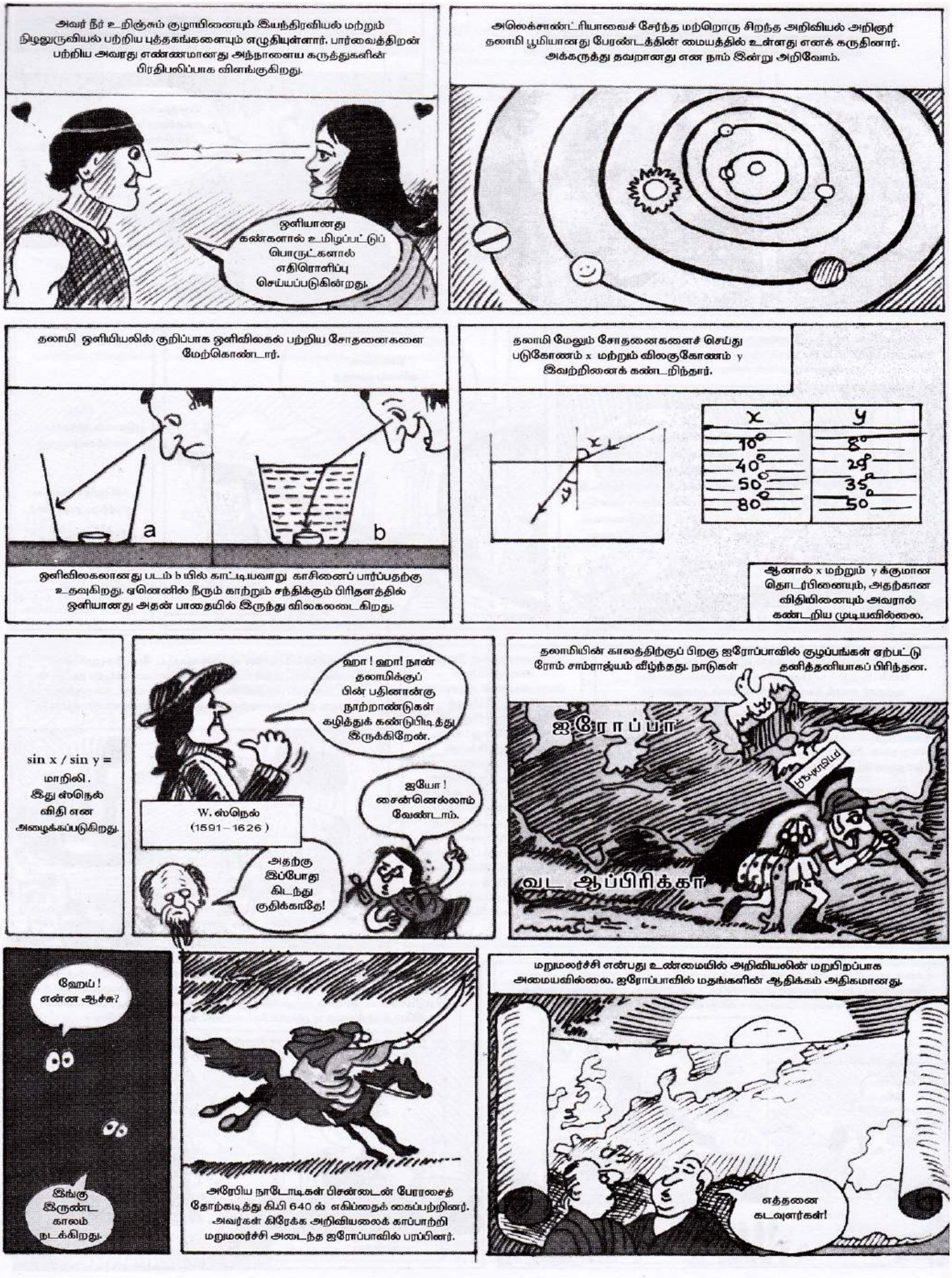
இருபதாம் நூற்றாண்டில் அறிவியலில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றம் இதுகாறும் ஏற்பட்ட வளர்ச்சியை விட வேகமானது என்றால் அது மிகையல்ல. அந்த வளர்ச்சி என்பது அறிவியலில் குறிப்பாக இயற்பியல் துறையில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தையே குறிக்கும். நவின கால வானியல் தொடங்கி இன்றய தகவல் தொடர்பு, கணிப்பொறி முன்னேற்றம் வரை இயற்பியலில் ஏற்பட்ட புரட்சி தான் காரணம். அதன் நீட்சியாக தொழில் நுட்ப வளர்ச்சிக்கும் வழிவகுத்து அதன் வழியே சமூக மாற்றங்களுக்கும் காரணமாயிற்று. அந்த வகையில் இயற்பியலின் கதையை படக்கதை வடிவில் வெளியிடுவதில் மிக்க மகிழ்ச்சி அடைகிறது. ஆங்கிலத்தில் படக்கதை வடிவில் துறை ரீதியாக ஏராளமான புத்தகங்கள் உள்ளன. அவற்றை தமிழில் தொடர் வெளியிடாக கொண்டு வர திட்டமிட்டுள்ளோம். தமிழ் சூழலில் மாணவர்களுக்கு அறிவியல் மேல் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தவே இத்தகைய முயற்ச்சிகள்........

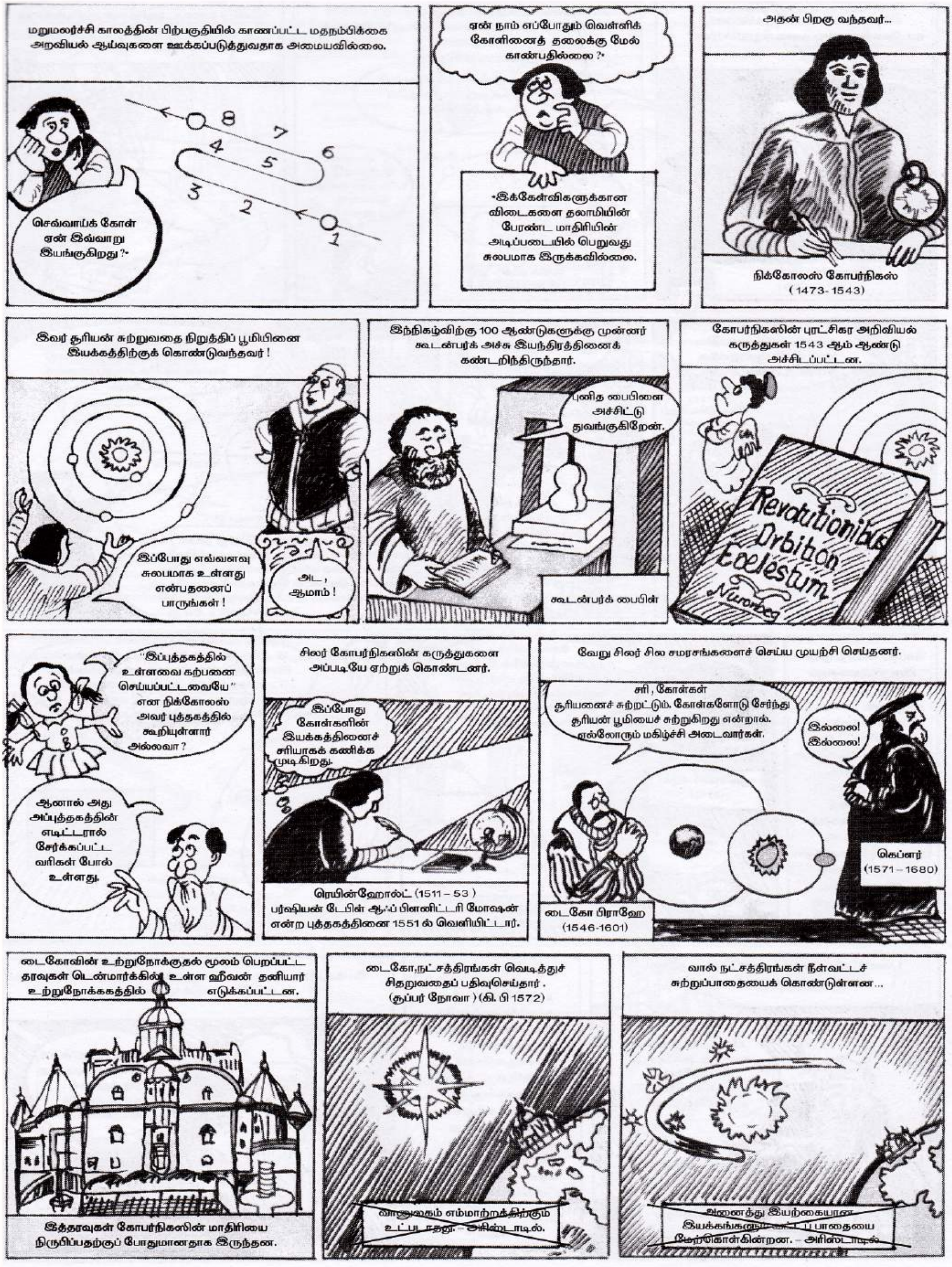
– பாரதி புத்தகாலயம்.

இயற்பியலின் கதை
நாம் செய்ததும்... செய்யப் போவதும்...
ஆங்கில மூலம்: T. பத்மநாபன்
தமிழில்: மோ. மோகனப்பிரியா
மிக நீண்ட காலத்திற்கு , ஏறத்தாழ 10,000 வருடங்களுக்கு முன்பு அங்கே வீடுகளில் அறிவியல் இவ்வாறாக இருந்தது.
ஆஹா ! என்ன ஒரு சுவை !
அவன் உயிருடன் இருப்பானா?!
ஏறத்தாழ தொழில்நுட்பம் என்று கூறத்தக்க ஒன்றும் இருந்தது.
ஷ்ஷ்... பேசாதே! ஏதோ தீயசக்தி உதவுகிறதோ?!
பழங்கால நாகரிகங்கள் பல்வேறு பொறியியல் நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தின...
பாரசீகம்
சிந்து சமவெளி
இந்தியா
அரேபியா
எகிப்து
ஆனால் இயற்பியல் – இயற்கையை விதிகளைக் கொண்டு விளக்கும் அறிவியல் முறை ஏறத்தாழக் கிரேக்கர்களின் காலம் வரை இல்லை என்றே கூறலாம்.
கிரேக்கம் பிதாகரஸ் (கி.மு.582-497) போன்ற சிந்தனையாளர்களையும் , கல்வியாளர்களையும் உருவாக்கியது.
ஏறத்தாழ நான் கண்டுபிடித்து விட்டேன் என்றே நினைக்கிறேன் !
பிதாகரஸ் (கி.மு 582-497)
கம்பியை இழுத்து விடும்போது ஏற்படும் சீரிசை பற்றிய சோதனைகளை இவர் மேற்கொண்டார். கம்பியின் a மற்றும் b நீளங்களுக்கிடையே 1:2 அல்லது 2:3 போல எளிய விகிதங்களாக இருந்தால் அதில் இருந்து வரும் ஓசை இனிமையாக இருந்தது.
சிக்கலான விகிதங்களுக்கு ஓசை இரைச்சலாக அமைந்தது.
419:420 விகிதத்தை பரிசோதிக்கிறாரோ? கடவுளே!
வேடிக்கையான மனிதர்தான் !
பிதாகரஸின் சமகாலத்தவரான சீனோ ஒரு வித்தியாசமான புதிரினைக் கூறினார். இயக்கம் என்பது ஏறத்தாழ சாத்தியமில்லை என்று எண்ண வைத்த அப்புதிர் சீனோ புதிர் எனப்படுகிறது.
பாருங்கள் : போர்வீரன் அக்கீளிஸ் மற்றும் ஆமைக்கு இடையே ஓட்டப் பந்தயம் நடைபெறுவதாகக் கருதுவோம். ஆமையானது அக்கீளிஸுக்கு 10 மீட்டர் முன்னால் நிற்க இப்பந்தயமானது ஆரம்பிக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். அக்கீளிஸ் இத்தூரத்தைக் கடக்கும்போது ஆமை சிறிது முன்னால் நகர்ந்து இருக்கும். அத்தூரத்தை அக்கீளிஸ் அடையும் போது ஆமை மேலும் சிறிது தூரம் முன்னால் நகர்ந்து இருக்கும். எனவே அக்கீளிஸ் ஆமையினை ஒருபோதும் பிடிக்க இயலாது.
இது சிக்கலானது.
அது நகராமல் இருக்க வேண்டும்.
ஆஹா! என்ன ஒரு காலம் தாண்டிய சிந்தனை!
டேமாக்ரடிஸ் (~ கி.மு 400)
பருப்பொருட்களை முடிவில்லாமல் பிரித்துக் கொண்டே செல்ல இயலாது என்று சீனோ புதிருக்குத் தீர்வு கூறினார்.
அனைத்துப் பருப்பொருட்களும் அணுக்களால் ஆனவை.
கி.மு 400களில்


நெருப்பு, நீர், கல் மற்றும் காற்று இவற்றின் அணுக்கள் இணைந்து பருப்பொருட்களை உருவாக்குகின்றன.
கி.மு 400
கி.பி 10
கி.பி 500
1900
1980
கி.மு 400களில் அணு பற்றியா?!
நம் மீது காப்புரிமை வழக்குப் போடுவாரோ?!
கி.பி 336 – 323 க்கு இடைப்பட்ட வருடங்களில் இதற்கு முன் எப்போதும் இல்லாத வகையில் பேரரசர் அலெக்சாண்டர் மாபெரும் சாம்ராஜ்யத்தை நிறுவினார்.
மெசிடோனியாவிலிருந்து
ஈரான்
இந்தியா
அதே காலகட்டத்தில் அவரது ஆசிரியர் அரிஸ்டாடில் (கி.மு 384 – 322) மாபெரும் அறிவு சாம்ராஜ்யத்தை நிறுவ முயற்சி மேற்கொண்டார்.
ஏதென்ஸ் நகரின் பொது அரங்கில் அவர் காரண-காரியத் தொடர்புகள், உயிரியல், இயற்பியல் போன்ற பல்வேறு தலைப்புகளில் விரிவுரையாற்றினார்.
அரிஸ்டாடில் (கி.மு 384 – 322)
துரதிர்ஷ்டவசமாக அவரது பெரும்பாலான இயற்பியல் கருத்துகள் தவறாக இருந்தன.
பூமி பேரண்டத்தின் மையமாக விளங்குகிறது.
பூமி மையத்தில் உள்ளது. நீர், நெருப்பு, காற்று, ஈதர் போன்றவை அதற்கு மேல் காணப்படுகின்றன.
பொருட்கள் தங்கள் இயல்நிலையை அடைய முயலுகின்றன. அதனால்தான் கற்கள் கீழே விழுகிறன. குமிழ்கள் மேலே போகின்றன.
கனமான பொருட்கள் லேசான பொருட்களை விட தரையைச் சீக்கிரம் வந்தடையும் எனக் கருதினார்.
முட்டாள்தனமாகப் பேசாதே. அரிஸ்டாடில் தவறாகக் கூறமாட்டார்.*
நாம் இந்தக் கற்களைக் கீழே போட்டுச் சோதித்துப் பார்ப்போம்.
*இந்த நம்பிக்கை நீண்டகாலமாக நிலவிவந்தது.
அலெக்சாண்டரின் இறப்பிற்குப் பிறகு அவரது படைத்தளபதிகள் பேரரசைத் தங்களுக்குள் பிரித்துக் கொண்டார்கள். எகிப்தானது படைத்தளபதி தாலமியின் கீழ் வந்தது.
மத்திய தரைக்கடல்
அலெக்சாண்ட்ரியா
எகிப்து
தாலமியின் தலைநகரமான அலெக்சாண்ட்ரியா அறிவுசார்ந்த செயல்பாடுகளின் மையமாக விளங்கியது. யூக்ளிட் (கி.மு 300) போன்ற நிறைய மாணவர்களைத் தம்பால் ஈர்த்தது.
அவர்களில் மிகச் சிறந்த இயற்பியல் மேதை
ஹே! என்னை நிர்வாண மனிதன்னா சொல்றீங்க?!
ஆர்க்கிமிடிஸ் (கி.மு 287 – 212)

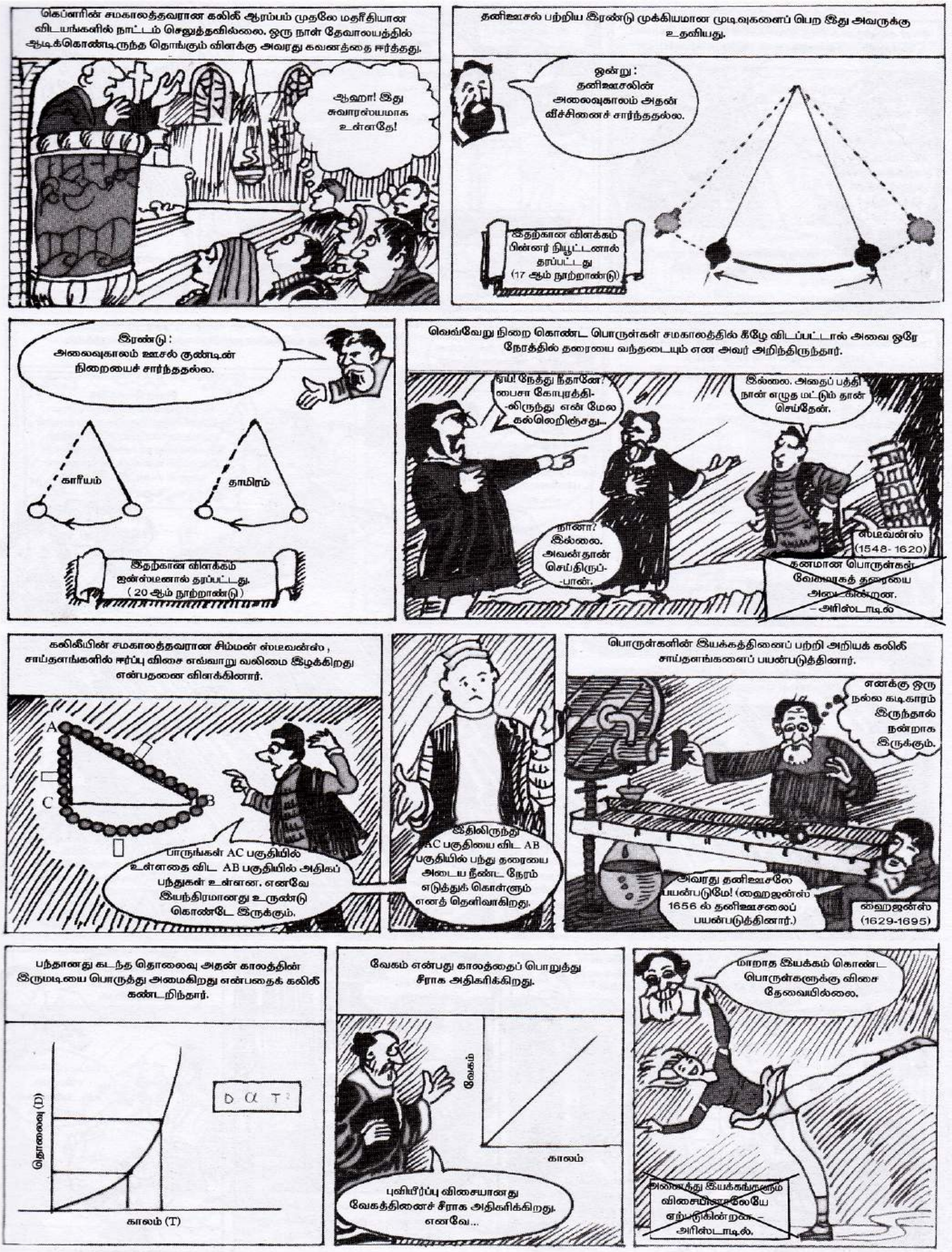

அலெக்சாண்ட்ரியாவில் கல்வியினைப் பெற்ற பிறகு ஆர்க்கிமிடிஸ் அவரது சொந்த ஊரான சைரக்யூஸ் திரும்பினார். அப்பகுதியின் அரசர் ஹைரனின் நன்மதிப்பையும் ராஜமரியாதையையும் பெற்றார்.
இத்தாலி
சிசிலி
சைரக்யூஸ்
கார்த்தேஜ்
அவரது " மிதக்கும் பொருட்கள் பற்றி (On Floating Bodies)"* என்ற புத்தகத்தில் கூறப்பட்ட விதிகளும், "யுரேகா" சம்பவமும் திரும்பத் திரும்ப மக்களிடம் பேசப்படும் விடயமாகப் புகழ்பெற்று விளங்குகின்றன.
போதும். கடவுளே! எத்தனை தடவை இதையெல்லாம் கேட்பது...
* ஆர்க்கிமிடிஸ் எழுதிய புத்தகம்
நிலையியல் பற்றிய கொள்கைகளை அவரது "தளங்களின் சமநிலை பற்றி* (On the Equilibrium of Planes)" என்ற புத்தகத்தில் முதன்முதலில் வரையறுத்தார்.
விசை F மற்றும் பளு W ஆகியவை a : b என்ற விகிதத்தில் இருந்தால் அவற்றுக்கிடையேயான தொடர்பு F/W=b/a . எனவே நீங்கள் எனக்குப் பொருத்தமான இடத்தினையும் நீண்ட கம்பியையும் அளித்தால்...
F
a
b
W
* தற்போது இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது.
என்னால் புவியை நகர்த்த முடியும்.
இது மிகைப்படுத்தப்பட்ட வார்த்தையாகும்.
சரி! ஒரு கப்பலை நகர்த்த முடியுமா ?
ஆர்க்கிமிடிஸ் கப்பிகளையும் நெம்புகோல்களையும் பயன்படுத்திக் கப்பலைக் கடற்கரைக்கு இழுத்து வந்தார் எனக் கதைகள் சொல்லப்படுவதுண்டு.
மிகவும் கவர்ந்துவிட்டீர்கள். நீங்கள்தான் இனி எனது இராணுவ ஆலோசகர்.
இவ்வாறு இயற்பியலின் மேம்படுத்தப்பட்ட அறிவானது இராணுவப் பயன்பாட்டிற்கு முதன்முதலில் பயன்படத் தொடங்கியது.
ஹைரானுக்கு பிறகு அவரது பேரன் ஹைரானிமஸ் அரசராகப் பொறுப்பேற்றார். இரண்டாம் பியூனிக் போரின் போது (கி.மு. 218) ஹனிபலால் வழிநடத்தப்பட்ட கார்த்தேஜ் படைகளின் வெற்றியைப் பார்த்த பிறகு ஹைரானிமஸ் ரோம் நாட்டவருடன் செய்த உடன்படிக்கையை மீறிக் கார்த்தெஜ் படைகளுக்கு ஆதரவு அளித்தார். இது ரோமானியர்கள் சைரக்யூஸ் மீது படையெடுக்கக் காரணமாக இருந்தது.
ஆர்க்கிமிடிஸால் தயாரிக்கப்பட்ட போர்க்கருவிகள் ரோமன் படைத்தளபதி மார்ஸலஸை சைரக்யூஸ் நாட்டின் கடற்கரைப் பகுதியிலேயே இரண்டு வருடங்களுக்கும் மேலாக நிறுத்திவைத்திருந்ததாகச் சொல்லப்படுவதுண்டு.
நகரமானது ரோமானியர்களால் கைப்பற்றப்பட்டவுடன் ஆர்க்கிமிடிஸ் ஒரு ரோமானிய படைவீரனால் கொல்லப்பட்டார். அவரது கண்டுபிடிப்புகளில் ஒன்றான நீர்ச்சக்கரம் இன்றும் எகிப்தில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.
என்ன ஓர் அருமையான சக்கரம் !
கி.மு 30 வரை ரோமானியர்களின் கட்டுப்பாட்டில் இருந்த எகிப்து அதன் அறிவுசார் பெருமைகளை இழந்தது. அக்காலகட்டத்தில் ஒரு சில அறிஞர்களை மட்டுமே உருவாக்கியது. அவர்களில் ஒருவர் முதல் நீராவி இயந்திரத்தினை உருவாக்கிய அறிவியல் அறிஞர் ஹீரோ .*
சுற்றும் கோளம்
நெருப்பு
*~ கி.பி 100


அவர் நீர் உறிஞ்சும் குழாயினையும் இயந்திரவியல் மற்றும் நிழலுருவியல் பற்றிய புத்தகங்களையும் எழுதியுள்ளார். பார்வைத்திறன் பற்றிய அவரது எண்ணமானது அந்நாளைய கருத்துகளின் பிரதிபலிப்பாக விளங்குகிறது.
ஒளியானது கண்களால் உமிழப்பட்டுப் பொருட்களால் எதிரொளிப்பு செய்யப்படுகின்றது.
அலெக்சாண்ட்ரியாவைச் சேர்ந்த மற்றொரு சிறந்த அறிவியல் அறிஞர் தலாமி பூமியானது பேரண்டத்தின் மையத்தில் உள்ளது எனக் கருதினார். அக்கருத்து தவறானது என நாம் இன்று அறிவோம்.
தலாமி ஒளியியலில் குறிப்பாக ஒளிவிலகல் பற்றிய சோதனைகளை மேற்கொண்டார்.
a
b
ஒளிவிலகலானது படம் b யில் காட்டியவாறு காசினைப் பார்ப்பதற்கு உதவுகிறது. ஏனெனில் நீரும் காற்றும் சந்திக்கும் பிரிதளத்தில் ஒளியானது அதன் பாதையில் இருந்து விலகலடைகிறது.
தலாமி மேலும் சோதனைகளைச் செய்து படுகோணம் x மற்றும் விலகுகோணம் y இவற்றினைக் கண்டறிந்தார்.
x y
10° 8°
40° 29°
50° 35°
80° 50
ஆனால் x மற்றும் y க்குமான தொடர்பினையும், அதற்கான விதியினையும் அவரால் கண்டறிய முடியவில்லை.
sin x / sin y = மாறிலி. இது ஸ்நெல் விதி என அழைக்கப்படுகிறது.
ஹா ! ஹா! நான் தலாமிக்குப் பின் பதினான்கு நூற்றாண்டுகள் கழித்துக் கண்டுபிடித்து இருக்கிறேன்.
W. ஸ்நெல் (1591–1626)
ஐயோ ! சைனெல்லாம் வேண்டாம்.
அதற்கு இப்போது கிடந்து குதிக்காதே!
தலாமியின் காலத்திற்குப் பிறகு ஐரோப்பாவில் குழப்பங்கள் ஏற்பட்டு ரோம் சாம்ராஜ்யம் வீழ்ந்தது. நாடுகள் தனித்தனியாகப் பிரிந்தன.
ஐரோப்பா
வட ஆப்பிரிக்கா
ஹேய் ! என்ன ஆச்சு?
இங்கு இருண்ட காலம் நடக்கிறது.
அரேபிய நாடோடிகள் பிசன்டைன் பேரரசைத் தோற்கடித்து கி.பி 640 ல் எகிப்தைக் கைப்பற்றினர். அவர்கள் கிரேக்க அறிவியலைக் காப்பாற்றி மறுமலர்ச்சி அடைந்த ஐரோப்பாவில் பரப்பினர்.
மறுமலர்ச்சி என்பது உண்மையில் அறிவியலின் மறுபிறப்பாக அமையவில்லை. ஐரோப்பாவில் மதங்களின் ஆதிக்கம் அதிகமானது.
எத்தனை கடவுளர்கள்!

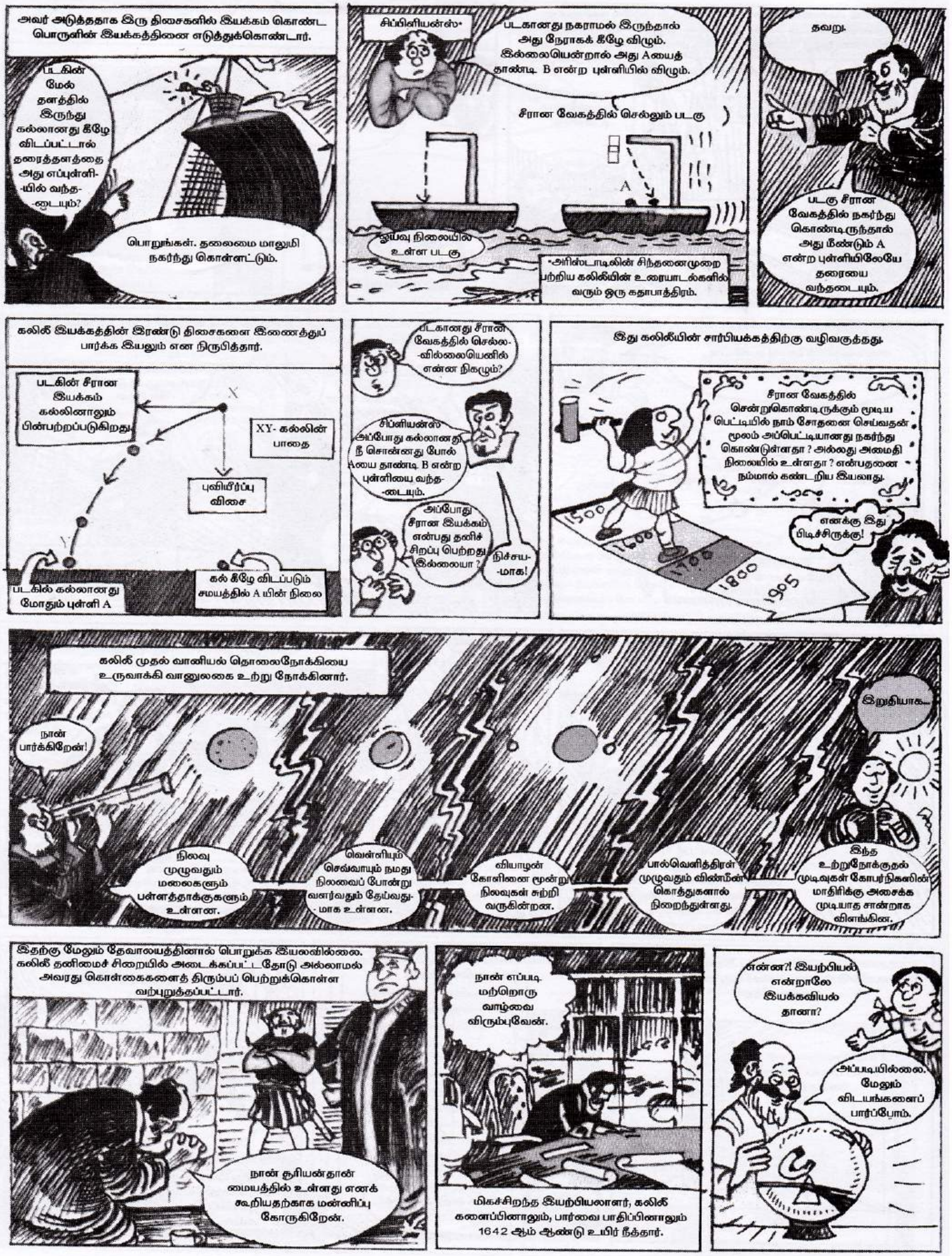


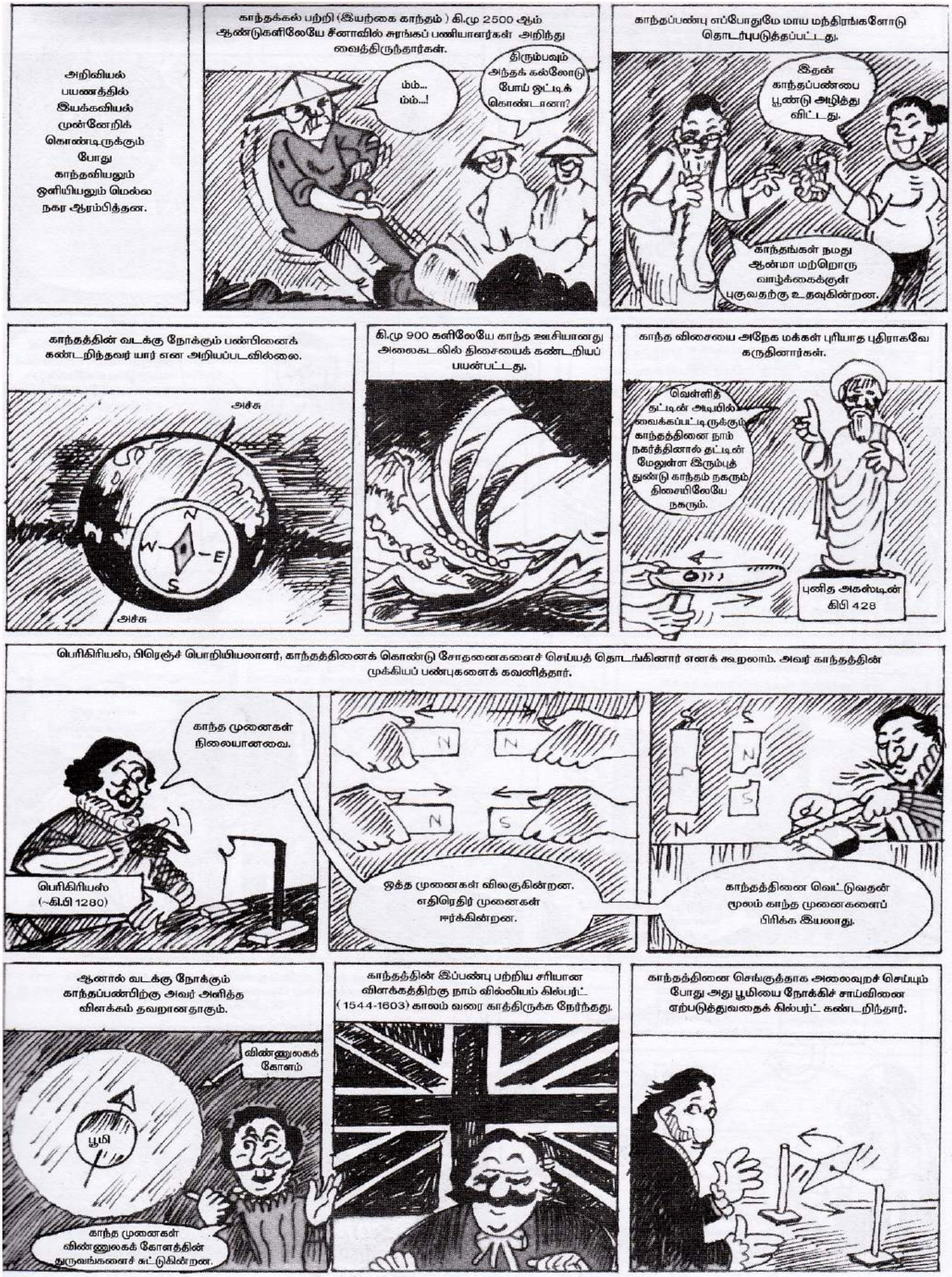
மறுமலர்ச்சி காலத்தின் பிற்பகுதியில் காணப்பட்ட மதநம்பிக்கை அறவியல் ஆய்வுகளை ஊக்கப்படுத்துவதாக அமையவில்லை.
8 7 6 4 5 3 2 1
செவ்வாய்க் கோள் ஏன் இவ்வாறு இயங்குகிறது ?*
ஏன் நாம் எப்போதும் வெள்ளிக் கோளினைத் தலைக்கு மேல் காண்பதில்லை ?*
*இக்கேள்விகளுக்கான விடைகளை தலாமியின் பேரண்ட மாதிரியின் அடிப்படையில் பெறுவது சுலபமாக இருக்கவில்லை.
அதன் பிறகு வந்தவர்...
நிக்கோலஸ் கோபர்நிகஸ் (1473- 1543)
இவர் சூரியன் சுற்றுவதை நிறுத்திப் பூமியினை இயக்கத்திற்குக் கொண்டுவந்தவர் !
இப்போது எவ்வளவு சுலபமாக உள்ளது என்பதனைப் பாருங்கள் !
அட, ஆமாம் !
இந்நிகழ்விற்கு 100 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் கூடன்பர்க் அச்சு இயந்திரத்தினைக் கண்டறிந்திருந்தார்.
புனித பைபிளை அச்சிட்டு துவங்குகிறேன்.
கூடன்பர்க் பைபிள்
கோபர்நிகஸின் புரட்சிகர அறிவியல் கருத்துகள் 1543 ஆம் ஆண்டு அச்சிடப்பட்டன.
Revolutionibus Orbitum Coelestum
Nuremberg
"இப்புத்தகத்தில் உள்ளவை கற்பனை செய்யப்பட்டவையே" என நிக்கோலஸ் அவர் புத்தகத்தில் கூறியுள்ளார் அல்லவா ?
ஆனால் அது அப்புத்தகத்தின் எடிட்டரால் சேர்க்கப்பட்ட வரிகள் போல் உள்ளது.
சிலர் கோபர்நிகஸின் கருத்துகளை அப்படியே ஏற்றுக் கொண்டனர்.
இப்போது கோள்களின் இயக்கத்தினைச் சரியாகக் கணிக்க முடிகிறது.
ரெயின்ஹோல்ட் (1511 – 53) பர்ஷியன் டேபிள் ஆஃப் பிளனிட்டரி மோஷன் என்ற புத்தகத்தினை 1551 ல் வெளியிட்டார்.
வேறு சிலர் சில சமரசங்களைச் செய்ய முயற்சி செய்தனர்.
சரி, கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றட்டும். கோள்களோடு சேர்ந்து சூரியன் பூமியைச் சுற்றுகிறது என்றால். எல்லோரும் மகிழ்ச்சி அடைவார்கள்.
இல்லை! இல்லை!
டைகோ பிராஹே (1546-1601)
கெப்ளர் (1571 – 1680)
டைகோவின் உற்றுநோக்குதல் மூலம் பெறப்பட்ட தரவுகள் டென்மார்க்கில் உள்ள ஹீவன் தனியார் உற்றுநோக்ககத்தில் எடுக்கப்பட்டன.
இத்தரவுகள் கோபர்நிகஸின் மாதிரியை நிரூபிப்பதற்குப் போதுமானதாக இருந்தன.
டைகோ,நட்சத்திரங்கள் வெடித்துச் சிதறுவதைப் பதிவுசெய்தார் . (சூப்பர் நோவா) (கி. பி 1572)
வானுலகம் எம்மாற்றத்திற்கும் உட்படாதது. - அரிஸ்டாடில்.
வால் நட்சத்திரங்கள் நீள்வட்டச் சுற்றுப்பாதையைக் கொண்டுள்ளன...
அனைத்து இயற்கையான
பாதையை
மேற்கொள்கின்றன. - அரிஸ்டாடில்.

கிரேக்க நாட்டைச் சார்ந்த கெப்ளர், டைகோவின் மாணவராக வந்து சேர்ந்தார்.
ஜோகன்ஸ் கெப்ளர் (1571- 1630)
டைகோவின் தரவுகளை நன்கு ஆராய்ந்த கெப்ளர் கோள்களின் இயக்கத்திற்கான மூன்று விதிகளைக் கூறினார்.
சூரியனைக் குவியமாகக் கொண்டு கோள்கள் நீள்வட்டப் பாதையில் இயங்குகின்றன.
கோள்
சூரியன்
கொஞ்சம் பொறுங்க! நீள் வட்டம்னா என்ன? குவியம்னா என்ன?
முதல் விதி (கி.பி 1609)
இரண்டு வரைபட ஊசிகளை குவியங்களாக வைத்து நூல் மற்றும் பென்சில் கொண்டு நீள்வட்டத்தை எளிதாக வரையலாம்.
ஊசி
ஊசி
குவியம்
கூம்பினை ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் வெட்டும்போதும் நமக்கு நீள்வட்டம் கிடைக்கும்.
எப்படி வெட்டுனேன்னு பாத்திங்களா?
நீள்வட்டம்
இது இல்லாமல் நீள்வட்டத்திற்கான சமன்பாடு...
ஐய்யோ! தயவுசெய்து சமன்பாடே வேண்டாம்.
சரி, சரி! கெப்ளரிடமே மீண்டும் நாம் செல்வோம்.
இரண்டாம் விதி (கி.பி.1609)
கோள்களையும் சூரியனையும் இணைக்கும் கற்பனைக் கோடு சமகாலங்களில் சமபரப்பளவைக் கடக்கும்.
1 கோள்
சூரியன்
சமபரப்பளவு
2
3
4
அதாவது, கோளானது நிலை 1லிருந்து நிலை 2க்குச் செல்லவும்; நிலை 3லிருந்து நிலை 4க்குச் செல்லவும் சமகாலங்களை எடுத்துக்கொள்ளும். எனவே, அண்மை நிலையில் கோள்களின் சுற்று வேகம் அதிகமாகவும் சேய்மை நிலையில் வேகம் குறைவாகவும் உள்ளது.
கெப்ளர் அவரது முதல் இரு விதிகளையும் “அஸ்ட்ரானமியா நோவா” என்ற தனது புத்தகத்தில் வெளியிட்டார். மூன்றாவது விதியினை “ஹார்மனி ஆஃப் த வேர்ல்டு” (1619) என்ற தனது மற்றொரு புத்தகத்தில் வெளியிட்டார். இப்புத்தகம் பெரும்பாலும் உள்ளுணர்வின் அடிப்படையில் எழுதப்பட்டதாகும்.
கோள்களின் சுற்றுக்காலங்களின் இருமடி சூரியனிலிருந்து அவற்றின் தொலைவின் மும்மடிக்கு நேர்த்தகவிலிருக்கும்.
மூன்றாம் விதி (1619)
என்ன !
வியாழன்
செவ்வாய்
பூமி
வெள்ளி
புதன்
$(தொலைவு)^3$
$(காலம்)^2$
கெப்ளர் இதனைச் சாதாரணமாகக் கூறிவிடவில்லை. இரண்டு கோள்களின் சுற்றுக்காலங்கள் T1, T2 எனவும், சூரியனிலிருந்து அவற்றின் தொலைவுகள் D1 ,D2 எனவும் கொண்டால்
T1
T2
$\frac{D_1^3}{D_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$
கோள்களின் நிலைகளை இப்போது நம்மால் துல்லியமாகக் கணக்கிட இயலும்.
நான் இப்புத்தகத்தினை அரசர் ருடால்பிற்கும், டைகோ பிராஹேவிற்கும் சமர்ப்பிக்கிறேன்.
“ருடால்பைன் டேபிள்ஸ்” (கி.பி 1627)
நாம் கிரேக்கர்களின் காலத்திலிருந்து மிக நீண்ட தொலைவிற்குப் பயணப்பட்டு வந்துள்ளோம். வான்பொருட்களின் புரிதலானது ஓர் ஒழுங்கிற்கு வந்துள்ளது. அவை எவ்வாறு இயங்குகின்றன என அறிந்துள்ளோம். ஆனால் அவை ஏன் இயங்குகின்றன ?
இயக்கத்தின் விதிகள் பற்றிய முதல் அடியானது கலிலியோ கலிலியால் எடுக்கப்பட்டது.
என்னை முழுப்பெயர் சொல்லி அழைப்பதை நிறுத்துங்கள் . கலிலீ என்றே அழைக்கலாமே!
கலிலியோ கலிலீ (1564-1642)

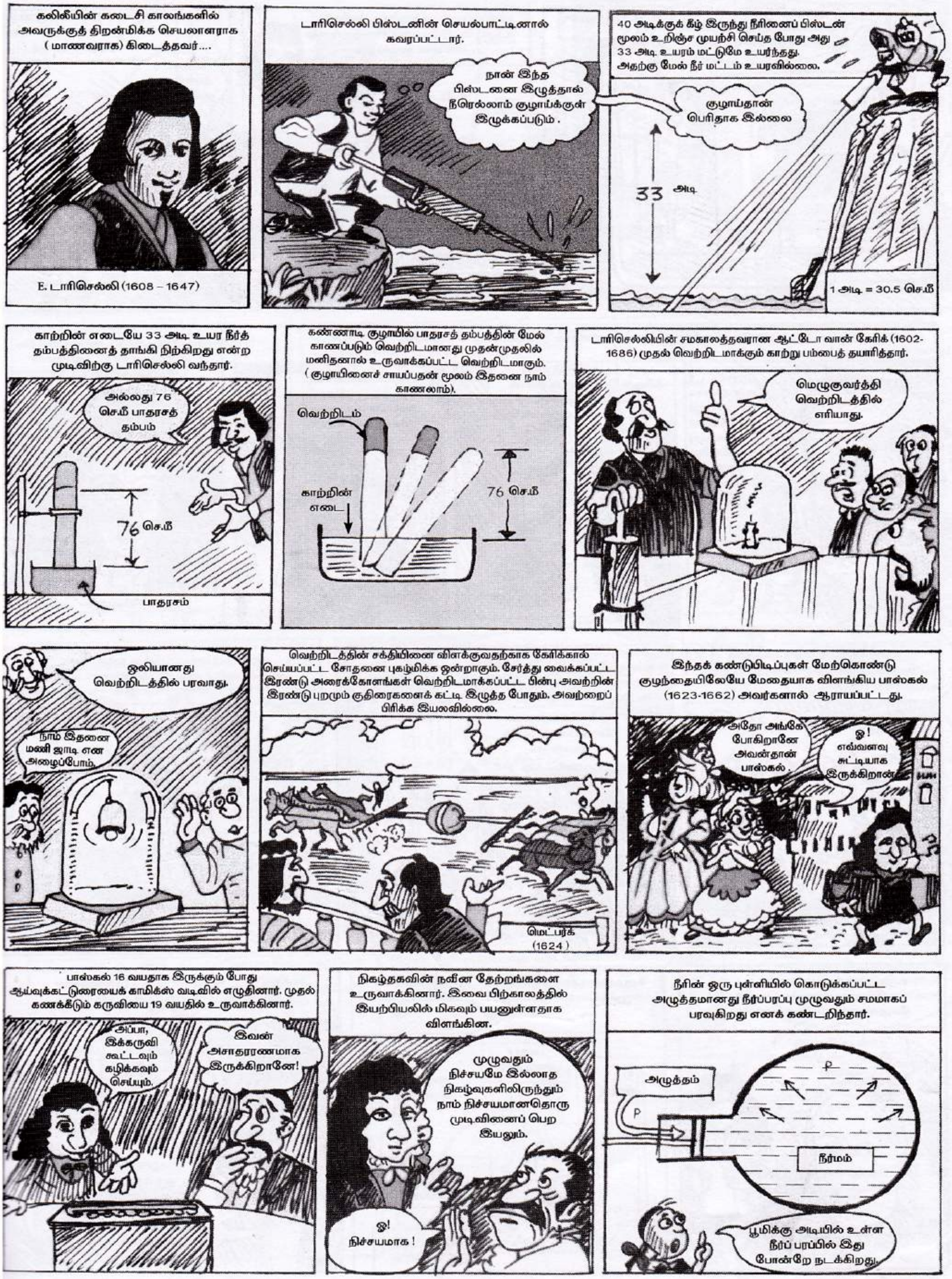


கெப்ளரின் சமகாலத்தவரான கலிலீ ஆரம்பம் முதலே மதரீதியான விடயங்களில் நாட்டம் செலுத்தவில்லை. ஒரு நாள் தேவாலயத்தில் ஆடிக்கொண்டிருந்த தொங்கும் விளக்கு அவரது கவனத்தை ஈர்த்தது.
ஆஹா! இது சுவாரஸ்யமாக உள்ளதே!
தனிஊசல் பற்றிய இரண்டு முக்கியமான முடிவுகளைப் பெற இது அவருக்கு உதவியது.
ஒன்று : தனிஊசலின் அலைவுகாலம் அதன் வீச்சினைச் சார்ந்ததல்ல.
இதற்கான விளக்கம் பின்னர் நியூட்டனால் தரப்பட்டது (17 ஆம் நூற்றாண்டு)
இரண்டு : அலைவுகாலம் ஊசல் குண்டின் நிறையைச் சார்ந்ததல்ல.
காரீயம்
தாமிரம்
இதற்கான விளக்கம் ஐன்ஸ்டீனால் தரப்பட்டது. (20 ஆம் நூற்றாண்டு)
வெவ்வேறு நிறை கொண்ட பொருள்கள் சமகாலத்தில் கீழே விடப்பட்டால் அவை ஒரே நேரத்தில் தரையை வந்தடையும் என அவர் அறிந்திருந்தார்.
ஏய்! நேத்து நீதானே? பைசா கோபுரத்தி- -லிருந்து என் மேல கல்லெறிஞ்சது...
நானா? இல்லை. அவன் தான் செய்திருப்- -பான்.
இல்லை. அதைப் பத்தி நான் எழுத மட்டும் தான் செய்தேன்.
ஸ்டீவன்ஸ் (1548- 1620)
கனமான பொருள்கள் வேகமாகத் தரையை அடைகின்றன. – அரிஸ்டாடில்
கலிலீயின் சமகாலத்தவரான சிம்மன் ஸ்டீவன்ஸ் , சாய்தளங்களில் ஈர்ப்பு விசை எவ்வாறு வலிமை இழக்கிறது என்பதனை விளக்கினார்.
A
B
C
பாருங்கள் AC பகுதியில் உள்ளதை விட AB பகுதியில் அதிகப் பந்துகள் உள்ளன. எனவே இயந்திரமானது உருண்டு கொண்டே இருக்கும்.
இதிலிருந்து AC பகுதியை விட AB பகுதியில் பந்து தரையை அடைய நீண்ட நேரம் எடுத்துக் கொள்ளும் எனத் தெளிவாகிறது.
பொருள்களின் இயக்கத்தினைப் பற்றி அறியக் கலிலீ சாய்தளங்களைப் பயன்படுத்தினார்.
எனக்கு ஒரு நல்ல கடிகாரம் இருந்தால் நன்றாக இருக்கும்.
அவரது தனிஊசலே பயன்படுமே! (ஹைஜன்ஸ் 1656 ல் தனிஊசலைப் பயன்படுத்தினார்.)
ஹைஜன்ஸ் (1629-1695)
பந்தானது கடந்த தொலைவு அதன் காலத்தின் இருமடியை பொருத்து அமைகிறது என்பதைக் கலிலீ கண்டறிந்தார்.
தொலைவு (D)
காலம் (T)
D α T²
வேகம் என்பது காலத்தைப் பொறுத்து சீராக அதிகரிக்கிறது.
வேகம்
காலம்
புவியீர்ப்பு விசையானது வேகத்தினைச் சீராக அதிகரிக்கிறது. எனவே...
மாறாத இயக்கம் கொண்ட பொருள்களுக்கு விசை தேவையில்லை.
அனைத்து இயக்கங்களும் விசையினாலேயே ஏற்படுகின்றன – அரிஸ்டாடில்.


அவர் அடுத்ததாக இரு திசைகளில் இயக்கம் கொண்ட பொருளின் இயக்கத்தினை எடுத்துக்கொண்டார்.
படகின் மேல் தளத்தில் இருந்து கல்லானது கீழே விடப்பட்டால் தரைத்தளத்தை அது எப்புள்ளி-யில் வந்த-டையும்?
பொறுங்கள். தலைமை மாலுமி நகர்ந்து கொள்ளட்டும்.
சிப்பிளியன்ஸ்*
படகானது நகராமல் இருந்தால் அது நேராகக் கீழே விழும். இல்லையென்றால் அது Aயைத் தாண்டி B என்ற புள்ளியில் விழும்.
சீரான வேகத்தில் செல்லும் படகு
A
ஓய்வு நிலையில உள்ள படகு
*அரிஸ்டாடிலின் சிந்தனைமுறை பற்றிய கலிலீயின் உரையாடல்களில் வரும் ஒரு கதாபாத்திரம்.
தவறு.
படகு சீரான வேகத்தில் நகர்ந்து கொண்டிருந்தால் அது மீண்டும் A என்ற புள்ளியிலேயே தரையை வந்தடையும்.
கலிலீ இயக்கத்தின் இரண்டு திசைகளை இணைத்துப் பார்க்க இயலும் என நிருபித்தார்.
படகின் சீரான இயக்கம் கல்லினாலும் பின்பற்றப்படுகிறது.
X
XY- கல்லின் பாதை
புவியீர்ப்பு விசை
Y
படகில் கல்லானது மோதும் புள்ளி A
கல் கீழே விடப்படும் சமயத்தில் A யின் நிலை
படகானது சீரான வேகத்தில் செல்ல-வில்லையெனில் என்ன நிகழும்?
சிப்பிளியன்ஸ் அப்போது கல்லானது நீ சொன்னது போல் Aயை தாண்டி B என்ற புள்ளியை வந்த-டையும்.
அப்போது சீரான இயக்கம் என்பது தனிச் சிறப்பு பெற்றது இல்லையா?
நிச்சய-மாக!
இது கலிலீயின் சார்பியக்கத்திற்கு வழிவகுத்தது.
சீரான வேகத்தில் சென்றுகொண்டிருக்கும் மூடிய பெட்டியில் நாம் சோதனை செய்வதன் மூலம் அப்பெட்டியானது நகர்ந்து கொண்டுள்ளதா ? அல்லது அமைதி நிலையில் உள்ளதா ? என்பதனை நம்மால் கண்டறிய இயலாது.
1500
1600
1700
1800
1905
எனக்கு இது பிடிச்சிருக்கு!
கலிலீ முதல் வானியல் தொலைநோக்கியை உருவாக்கி வானுலகை உற்று நோக்கினார்.
நான் பார்க்கிறேன்!
நிலவு முழுவதும் மலைகளும் பள்ளத்தாக்குகளும் உள்ளன.
வெள்ளியும் செவ்வாயும் நமது நிலவைப் போன்று வளர்வதும் தேய்வது-மாக உள்ளன.
வியாழன் கோளினை மூன்று நிலவுகள் சுற்றி வருகின்றன.
பால்வெளித்திரள் முழுவதும் விண்மீன் கொத்துகளால் நிறைந்துள்ளது.
இறுதியாக...
இந்த உற்றுநோக்குதல் முடிவுகள் கோபர்நிகஸின் மாதிரிக்கு அசைக்க முடியாத சான்றாக விளங்கின.
இதற்கு மேலும் தேவாலயத்தினால் பொறுக்க இயலவில்லை. கலிலீ தனிமைச் சிறையில் அடைக்கப்பட்டதோடு அல்லாமல் அவரது கொள்கைகளைத் திரும்பப் பெற்றுக்கொள்ள வற்புறுத்தப்பட்டார்.
நான் சூரியன்தான் மையத்தில் உள்ளது எனக் கூறியதற்காக மன்னிப்பு கோருகிறேன்.
நான் எப்படி மற்றொரு வாழ்வை விரும்புவேன்.
மிகச்சிறந்த இயற்பியலாளர், கலிலீ களைப்பினாலும், பார்வை பாதிப்பினாலும் 1642 ஆம் ஆண்டு உயிர் நீத்தார்.
என்ன?! இயற்பியல் என்றாலே இயக்கவியல் தானா?
அப்படியில்லை. மேலும் விடயங்களைப் பார்ப்போம்.

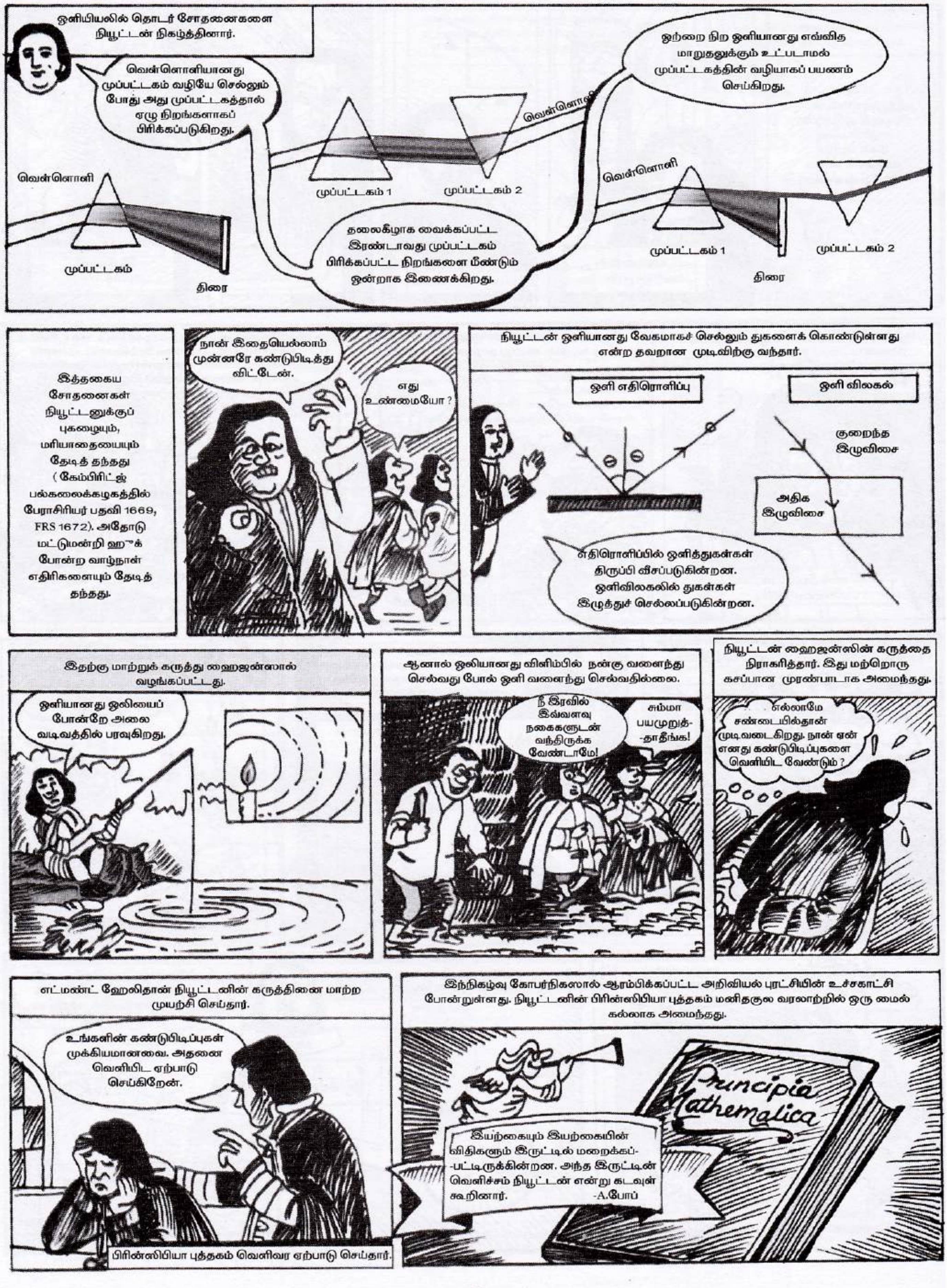

அறிவியல் பயணத்தில் இயக்கவியல் முன்னேறிக் கொண்டிருக்கும் போது காந்தவியலும் ஒளியியலும் மெல்ல நகர ஆரம்பித்தன.
காந்தக்கல் பற்றி (இயற்கை காந்தம்) கி.மு 2500 ஆம் ஆண்டுகளிலேயே சீனாவில் சுரங்கப் பணியாளர்கள் அறிந்து வைத்திருந்தார்கள்.
ம்ம்... ம்ம்...!
திரும்பவும் அந்தக் கல்லோடு போய் ஒட்டிக் கொண்டானா?
காந்தப்பண்பு எப்போதுமே மாய மந்திரங்களோடு தொடர்புபடுத்தப்பட்டது.
இதன் காந்தப்பண்பை பூண்டு அழித்து விட்டது.
காந்தங்கள் நமது ஆன்மா மற்றொரு வாழ்க்கைக்குள் புகுவதற்கு உதவுகின்றன.
காந்தத்தின் வடக்கு நோக்கும் பண்பினைக் கண்டறிந்தவர் யார் என அறியப்படவில்லை.
அச்சு
N
W
E
S
அச்சு
கி.மு 900 களிலேயே காந்த ஊசியானது அலைகடலில் திசையைக் கண்டறியப் பயன்பட்டது.
காந்த விசையை அநேக மக்கள் புரியாத புதிராகவே கருதினார்கள்.
வெள்ளித் தட்டின் அடியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் காந்தத்தினை நாம் நகர்த்தினால் தட்டின் மேலுள்ள இரும்புத் துண்டு காந்தம் நகரும் திசையிலேயே நகரும்.
புனித அகஸ்டின்
கிபி 428
பெரிகிரியஸ், பிரெஞ்ச் பொறியியலாளர், காந்தத்தினைக் கொண்டு சோதனைகளைச் செய்யத் தொடங்கினார் எனக் கூறலாம். அவர் காந்தத்தின் முக்கியப் பண்புகளைக் கவனித்தார்.
காந்த முனைகள் நிலையானவை.
பெரிகிரியஸ்
(~கி.பி 1280)
N
N
N
S
ஒத்த முனைகள் விலகுகின்றன. எதிரெதிர் முனைகள் ஈர்க்கின்றன.
S
N
S
N
காந்தத்தினை வெட்டுவதன் மூலம் காந்த முனைகளைப் பிரிக்க இயலாது.
ஆனால் வடக்கு நோக்கும் காந்தப்பண்பிற்கு அவர் அளித்த விளக்கம் தவறானதாகும்.
விண்ணுலகக் கோளம்
பூமி
காந்த முனைகள் விண்ணுலகக் கோளத்தின் துருவங்களைச் சுட்டுகின்றன.
காந்தத்தின் இப்பண்பு பற்றிய சரியான விளக்கத்திற்கு நாம் வில்லியம் கில்பர்ட் (1544-1603) காலம் வரை காத்திருக்க நேர்ந்தது.
காந்தத்தினை செங்குத்தாக அலைவுறச் செய்யும் போது அது பூமியை நோக்கிச் சாய்வினை ஏற்படுத்துவதைக் கில்பர்ட் கண்டறிந்தார்.

கோளவடிவ காந்தத்திற்கு அருகில் வைக்கப்பட்ட காந்த ஊசியானது அதேபோன்றதொரு சாய்வினை ஏற்படுத்தியது.
காந்த ஊசி
கோளவடிவ காந்தம்
S
N
இதன் அடிப்படையில் பூமியானது மிகப்பெரிய காந்தம் என்ற முடிவினை அவர் அடைந்தார்.
காந்த ஊசியானது புவியின் காந்தப்புலத்தினால் விலக்கமடைகிறது.
கிரேக்கர்களின் காலம் தொட்டே ஆம்பரினை தேய்க்கும் போது அது சில பொருட்களின் துண்டுகளைக் கவருகிறது என்பது அறியப்பட்டிருந்தது.
ஹா ! இதுதான் கடைசித் துண்டு!
கில்பர்ட் ஆம்பரை போன்ற சில பொருட்களைக் கண்டறிந்து அவற்றுக்கு "எலெக்ட்ரிக்ஸ் " எனப் பெயரிட்டார்.
முன்னேற்றம் கண்ட மற்றொரு இயற்பியல் துறை ஒளியியல்.
அல் ஹசன் (கி.பி 965-1039) சுவாரசியமிக்க வாழ்வினை வாழ்ந்தார்.
நைல் நதியின் வெள்ளப்பெருக்கினை நிறுத்தக்கூடிய கருவியைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். இல்லையெனில் உன்னைக் கொன்றுவிடுவேன்.
அல் ஹகீம் (எகிப்தின் சர்வாதிகார ஆட்சியாளர்)
அல் ஹசன்
அல் ஹசன் ஆபத்தினை உணர்ந்து அவரது அனைத்துச் சோதனைகளையும் ரகசியமாகச் செய்தார்!
நாம் பொருள்களிலிருந்து ஒளி சிதறுவதன் மூலமே அவற்றைக் காண்கிறோம். கண்ணானது ஒளியை உமிழ்வதில்லை.
அவர் ஊசித்துளை கேமிராவினை வடிவமைத்தார்...
என்ன ஒரு தெளிவான பிம்பம்!
மற்றும் பரவளைய ஆடிகளையும் வடிவமைத்தார்.
படுகதிர்
குவியம்
பரவளைய ஆடி
நன்றாக ஒளிக்கதிர்களைக் குவிக்கிறது.
அல் ஹசன் லென்சுகள் பற்றியும் ஒளிவிலகல் மற்றும் ஒளிபிரதிபளிப்பு பற்றி நன்கு ஆராய்ந்த போதும் அவர் தொலைநோக்கியை உருவாக்குவதில் வெற்றி பெறவில்லை.
நான் என்னதான் செய்து கொண்டிரு- -க்கிறேன் !
1600 ஆண்டுகளுக்கு முந்தைய காலகட்டத்தில் இயற்பியலின் அரசி போன்று இயக்கவியல் விளங்கியது என நம்மால் உறுதியாகக் கூற இயலும்.

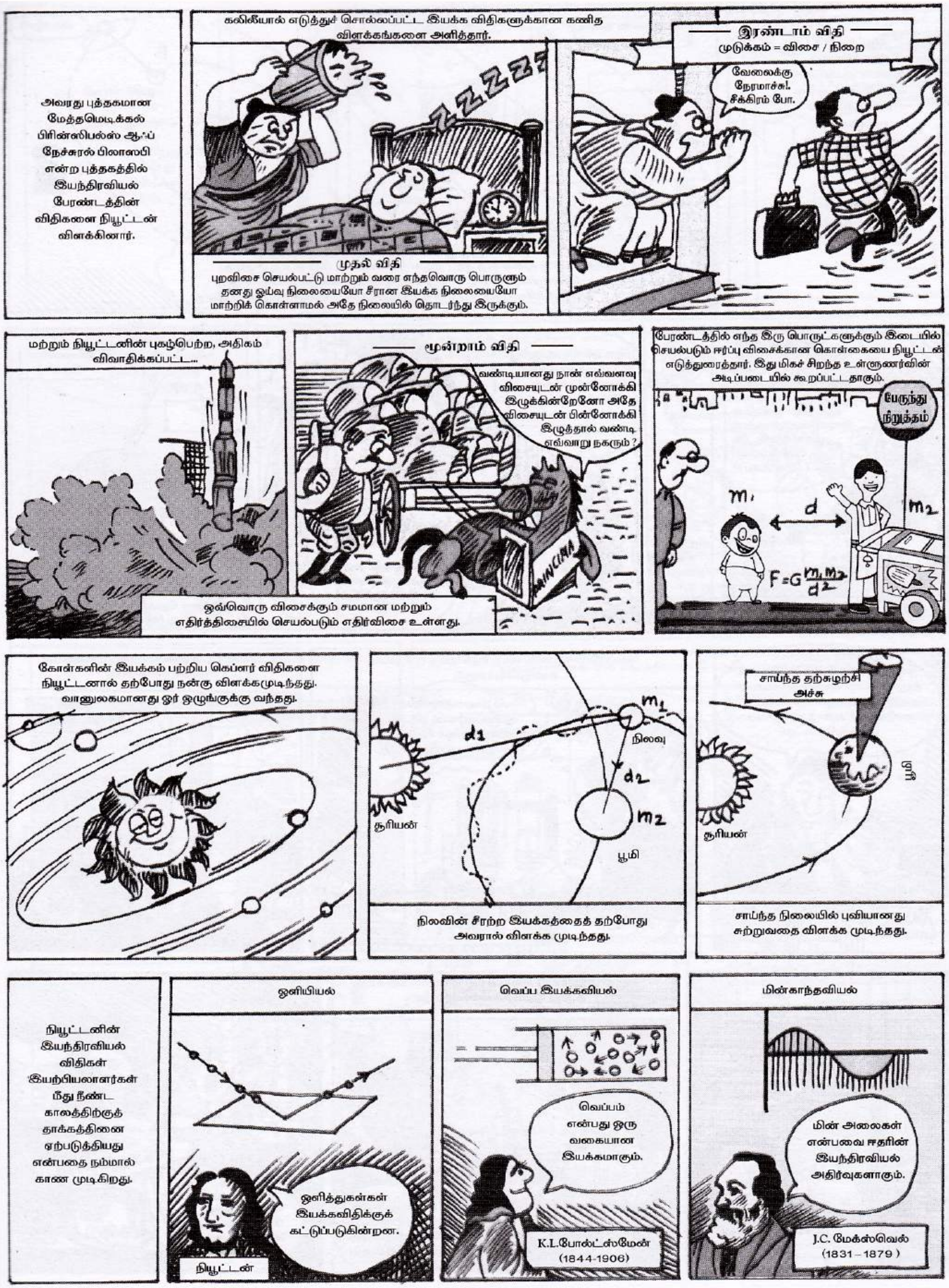

கலிலீயின் கடைசி காலங்களில் அவருக்குத் திறன்மிக்க செயலாளராக (மாணவராக) கிடைத்தவர்....
E. டாரிசெல்லி (1608 – 1647)
டாரிசெல்லி பிஸ்டனின் செயல்பாட்டினால் கவரப்பட்டார்.
நான் இந்த பிஸ்டனை இழுத்தால் நீரெல்லாம் குழாய்க்குள் இழுக்கப்படும்.
40 அடிக்குக் கீழ் இருந்து நீரினைப் பிஸ்டன் மூலம் உறிஞ்ச முயற்சி செய்த போது அது 33 அடி உயரம் மட்டுமே உயர்ந்தது. அதற்கு மேல் நீர் மட்டம் உயரவில்லை.
குழாய்தான் பெரிதாக இல்லை
33 அடி
1 அடி = 30.5 செ.மீ
காற்றின் எடையே 33 அடி உயர நீர்த் தம்பத்தினைத் தாங்கி நிற்கிறது என்ற முடிவிற்கு டாரிசெல்லி வந்தார்.
அல்லது 76 செ.மீ பாதரசத் தம்பம்
76 செ.மீ
பாதரசம்
கண்ணாடி குழாயில் பாதரசத் தம்பத்தின் மேல் காணப்படும் வெற்றிடமானது முதன்முதலில் மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட வெற்றிடமாகும். (குழாயினைச் சாய்ப்பதன் மூலம் இதனை நாம் காணலாம்).
வெற்றிடம்
காற்றின் எடை
76 செ.மீ
டாரிசெல்லியின் சமகாலத்தவரான ஆட்டோ வான் கேரிக் (1602-1686) முதல் வெற்றிடமாக்கும் காற்று பம்பைத் தயாரித்தார்.
மெழுகுவர்த்தி வெற்றிடத்தில் எரியாது.
ஒலியானது வெற்றிடத்தில் பரவாது.
நாம் இதனை மணி ஜாடி என அழைப்போம்.
வெற்றிடத்தின் சக்தியினை விளக்குவதற்காக கேரிக்கால் செய்யப்பட்ட சோதனை புகழ்மிக்க ஒன்றாகும். சேர்த்து வைக்கப்பட்ட இரண்டு அரைக்கோளங்கள் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட பின்பு அவற்றின் இரண்டு புறமும் குதிரைகளைக் கட்டி இழுத்த போதும், அவற்றைப் பிரிக்க இயலவில்லை.
மெட்பர்க் (1624)
இந்தக் கண்டுபிடிப்புகள் மேற்கொண்டு குழந்தையிலேயே மேதையாக விளங்கிய பாஸ்கல் (1623-1662) அவர்களால் ஆராயப்பட்டது.
அதோ அங்கே போகிறானே அவன்தான் பாஸ்கல்.
ஓ! எவ்வளவு சுட்டியாக இருக்கிறான்!
பாஸ்கல் 16 வயதாக இருக்கும் போது ஆய்வுக்கட்டுரையைக் காமிக்ஸ் வடிவில் எழுதினார். முதல் கணக்கீடும் கருவியை 19 வயதில் உருவாக்கினார்.
அப்பா, இக்கருவி கூட்டவும் கழிக்கவும் செய்யும்.
இவன் அசாதாரணமாக இருக்கிறானே!
நிகழ்தகவின் நவீன தேற்றங்களை உருவாக்கினார். இவை பிற்காலத்தில் இயற்பியலில் மிகவும் பயனுள்ளதாக விளங்கின.
முழுவதும் நிச்சயமே இல்லாத நிகழ்வுகளிலிருந்தும் நாம் நிச்சயமானதொரு முடிவினைப் பெற இயலும்.
ஓ! நிச்சயமாக!
நீரின் ஒரு புள்ளியில் கொடுக்கப்பட்ட அழுத்தமானது நீர்ப்பரப்பு முழுவதும் சமமாகப் பரவுகிறது எனக் கண்டறிந்தார்.
அழுத்தம்
P
P
நீர்மம்
பூமிக்கு அடியில் உள்ள நீர்ப் பரப்பில் இது போன்றே நடக்கிறது.

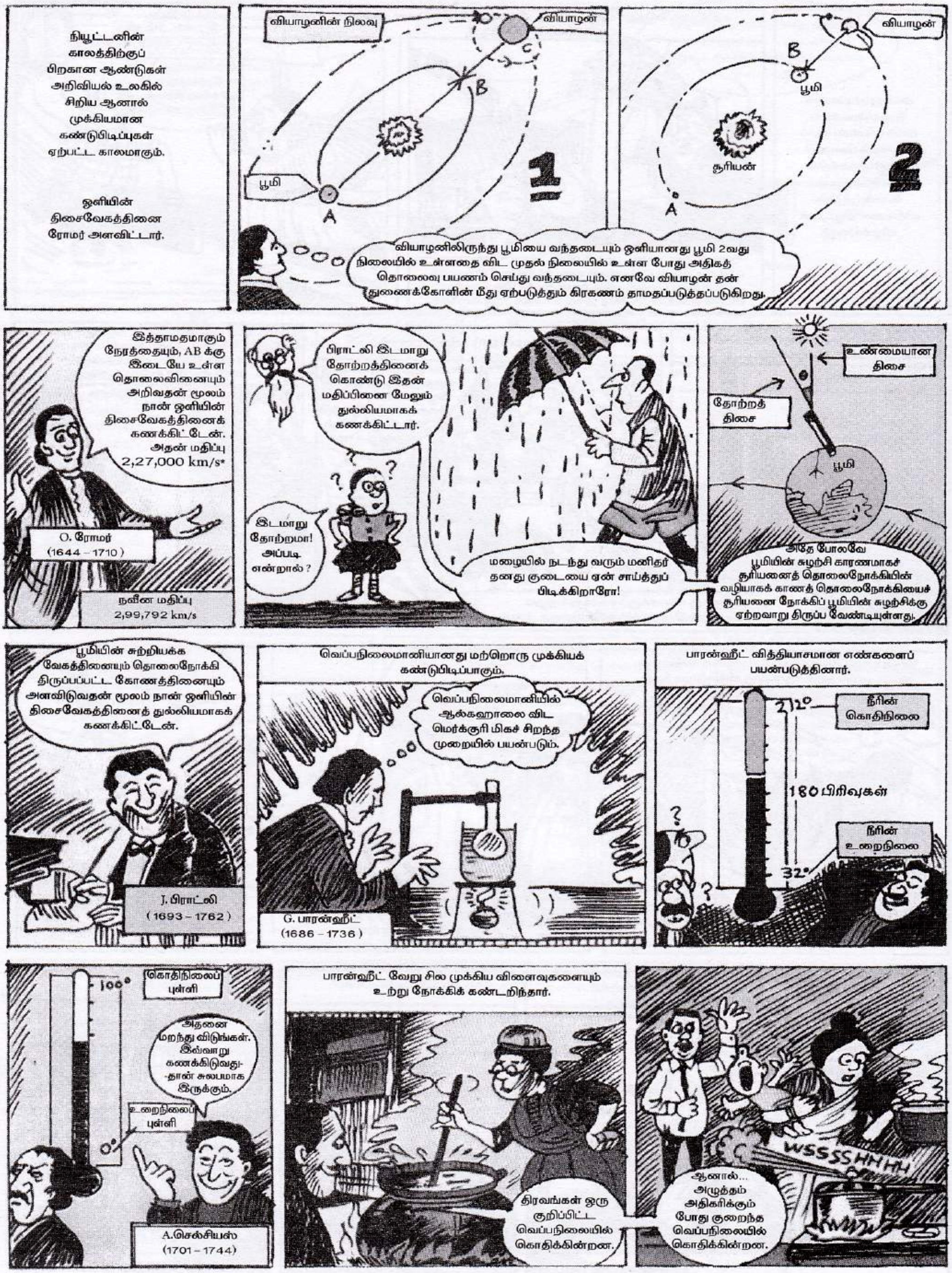
திரவத்தின் இப்பண்பின் அடிப்படையிலேயே நீரியல் தூக்கி செயல்படுகிறது.
அழுத்தம் P1
சிறிய பரப்பு A1
அழுத்தம் P
பெரிய பரப்பு A
வளிமண்டலமானது ஒரு குறிப்பிட்ட உயரம் மட்டுமே பரவி இருக்கும் என பாஸ்கல் ஊகித்தார்.
அதனினும் குறைந்த அளவீடு.
76 செ.மீ
மலைப்பகுதியில் பாராமீட்டர் அளவீடானது சமவெளிப் பகுதி அளவீடுகளில் இருந்து வேறுபடுகிறது.
அவரின் மைத்துனர் மலையில் ஒரு மைல் உயரம் ஏறிச் சென்று பாராமீட்டர் கொண்டு இதனைச் சோதித்துப் பார்த்தார்.
ஹேய்! 3 இன்ச்சுகள் குறைகிறது.
எனவே பாராமீட்டரானது உயரங்களை அளக்கவும் பயன்படுகிறது.
பாராமீட்டர் குழாயினை ஓர் அளவீடாகக் கொண்டு பார்த்து மெதுவாக இறங்கு.
மலை உச்சியிலிருந்து கீழே குதிக்க விரும்பினால் அப்படியே கீழே போட்டு விட வேண்டியதுதான் போல!
அவன் எதையோ வைத்திருக்கிறான். அதனை லஞ்சமாகக் கொடுக்கச் சொல்.
அழுத்தம் பற்றிய அடுத்த முக்கிய ஆய்வுகள் ராபர்ட் பாயிலால் மேற்கொள்ளப்பட்டன.
ராபர்ட் பாயில் (1627 – 1691)
ஆங்கிலேய உள்நாட்டுப் போர் முடிவுற்ற சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு...
சில ஆய்வு மாணவர்கள் யாரும் அறியா வண்ணம் தங்களுக்குள் கல்லூரி போன்ற ஒன்றையும் அதில் விவாதக் குழுவையும் அமைத்து நடத்தி வந்தனர். ராபர்ட் பாயில் அதில் ஓர் உறுப்பினராக இருந்தார்.
நாம் கண்டிப்பாகச் சோதனை நிகழ்த்த வேண்டும்.
அரசர் சார்லஸ் பதவிக்கு வந்த பிறகு அக்கல்லூரியானது ராயல் சொசைட்டியாக மாற்றப்பட்டது.
The Royal Society
"Nullis in Verba*
அங்கீகாரம் தவிர வேறு எதிலும் மாற்றமில்லை.
உதவியாளர் ராபர்ட் ஹூக் உடன் இணைந்து பாயில் தொடர் சோதனைகளை மேற்கொண்டார்.
நான் எப்போதும் இரண்டாம் நிலை தானா!
R. ஹூக் (1635-1703)
சோதனையானது அமுக்கப்பட்ட காற்று அதிக அழுத்தத்தைக் கொண்டுள்ளது என்பதனைக் காட்டியது.
பாதரச அழுத்தம்
அழுத்தம் α 1/கன அளவு
காற்று
பாயில் விதி * (இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா)
மெரியோட்டிஸ் விதி (பிரான்சு)
அமுக்கப்பட்ட காற்றானது ஒரு முக்கியமான உண்மையைப் பெறுவதற்கு உதவியது.
காற்றில் உள்ள துகள்கள் அதிக இடைவெளியுடன் காணப்பட்டால் மட்டுமே நம்மால் காற்றை அமுக்க இயலும்.

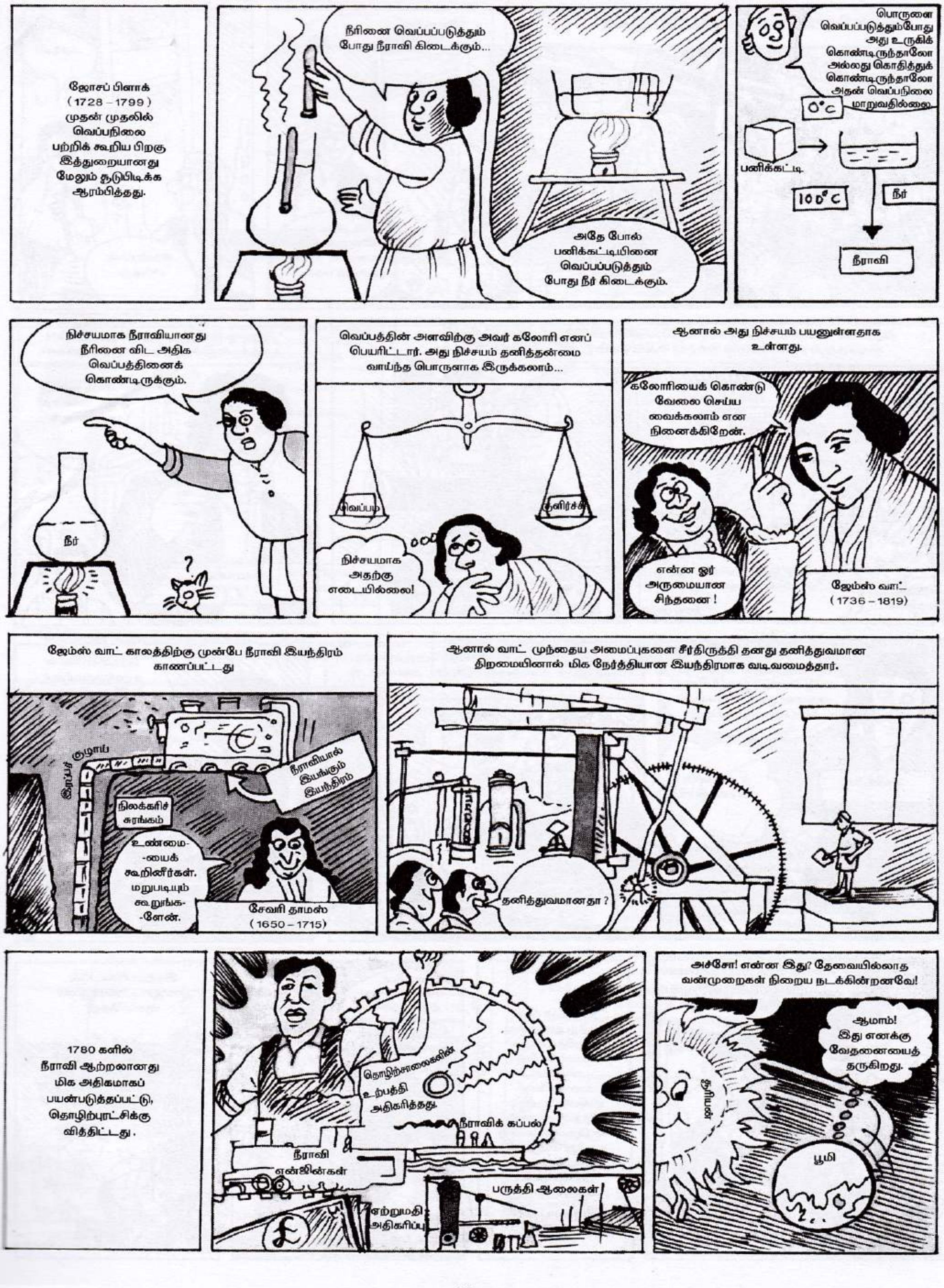
17 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதி ஐரோப்பிய அறிவியலின் மிகப் பெரிய வளர்ச்சிக் காலம் என்றே கூறலாம்.
C. ஹைஜன்ஸ் (1629-1716)
G.W. லிபினிஸ் (1646-1716)
R. ஹூக் (1635-1703)
E. ஹேலி (1636-1742)
ஆனால் அவர்களில் மிக முக்கியமானவர்
ஐசக் நியூட்டன் (1642 – 1727)
நியூட்டன், கிறிஸ்துமஸ் குழந்தையான இவர் சிறு வயதில் அவரது தாத்தா பாட்டியினால் வளர்க்கப்பட்டார்.
இவன் சிறிது மந்தமாக உள்ளானே!
இவர் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் உள்ள ட்ரினிட்டி கல்லூரியில் பட்டப்படிப்பை மேற்கொண்டார்.(1665). இங்கிலாந்தைப் பிளேக் நோய் தாக்கிய ஆண்டுகளில் அவரது தாயின் பண்ணையில் தங்கி இருந்தார் (1666-67)
கல்வி நிறுவனத்தை விடுத்து விடுப்பில் இருந்த காலகட்டத்தில் அவரது மேதைமைத் தன்மை வெளிப்பட ஆரம்பித்தது.
ஹா! இதனை எவ்வாறு செய்வது என்பதனை அறிந்து கொண்டேன். $(a+b)^n$
"ஈருறுப்பு தேற்றம்"
ஈருறுப்பு தேற்றம் என்பது கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளைப் போன்ற சமன்பாடுகளுக்குத் தீர்வு காணப் பயன்படும் விதியாகும்.
$(a+b)^1 = a+b$
$(a+b)^2 = a^2+2ab+b^2$
$(a+b)^3 = a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$
$(a+b)^4 = a^4+4a^3b+6a^2b^2+4ab^3+b^4$
பெரிய விஷயம் தான்!
பூஜ்யத்தை எல்லையாகக் கொண்ட எண்களைக் கொண்டு அவர் செய்த கணக்கீடுகள் தொகைநுண்கணிதத்திற்கு வழிவகுத்தன.
$\lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$
$\int \frac{dy}{dx} dx = y$
நீங்கதான் அந்தக் குற்றவாளியா! படிக்க முடியல...
தவறாக நினைக்காதீர்கள். நானும் தான் தொகைநுண்கணிதத்தினை உருவாக்கினேன்.
நியூட்டன்
லியனெட்ஸ்
பிளேக் நோய் தாக்கிய அந்த வருடங்களிலேயே புவியீர்ப்பு விசைக்கான விதி கண்டறியப்பட்டது. (ஆனாலும் 15 வருடங்களுக்குப் பிறகு தான் வெளியிடப்பட்டது)
நியூட்டன்
ஆப்பிளை எவ்விசையானது கீழே விழச் செய்கிறதோ அதே விசைதான் நிலவினையும் அதன் பாதையில் சுற்றிவரச் செய்கிறது.
$\frac{f_1}{f_2} = \frac{R^2}{r^2}$
f_1
f_2
நிலவு
பூமி
r
R
புவியின் விதிகளும் வானுலகின் விதிகளும் வேறுபட்டவை – அரிஸ்டாட்டில்.



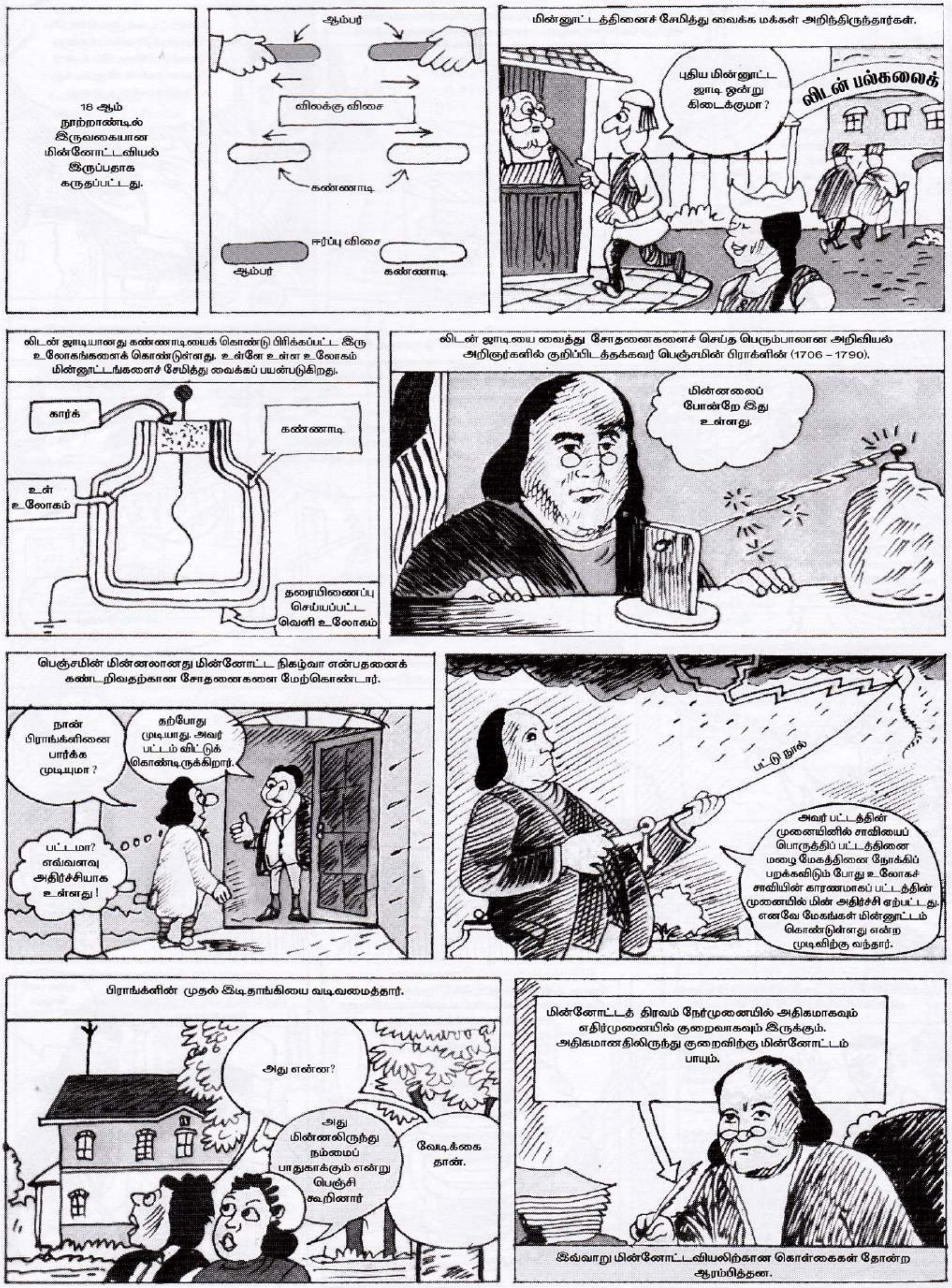
ஒளியியலில் தொடர் சோதனைகளை நியூட்டன் நிகழ்த்தினார்.
வெள்ளொளியானது முப்பட்டகம் வழியே செல்லும் போது அது முப்பட்டகத்தால் ஏழு நிறங்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.
வெள்ளொளி
முப்பட்டகம்
திரை
முப்பட்டகம் 1
முப்பட்டகம் 2
வெள்ளொளி
தலைகீழாக வைக்கப்பட்ட இரண்டாவது முப்பட்டகம் பிரிக்கப்பட்ட நிறங்களை மீண்டும் ஒன்றாக இணைக்கிறது.
ஒற்றை நிற ஒளியானது எவ்வித மாறுதலுக்கும் உட்படாமல் முப்பட்டகத்தின் வழியாகப் பயணம் செய்கிறது.
வெள்ளொளி
முப்பட்டகம் 1
திரை
முப்பட்டகம் 2
இத்தகைய சோதனைகள் நியூட்டனுக்குப் புகழையும், மரியாதையையும் தேடித் தந்தது (கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் பேராசிரியர் பதவி 1669, FRS 1672). அதோடு மட்டுமன்றி ஹூக் போன்ற வாழ்நாள் எதிரிகளையும் தேடித் தந்தது.
நான் இதையெல்லாம் முன்னரே கண்டுபிடித்து விட்டேன்.
எது உண்மையோ ?
நியூட்டன் ஒளியானது வேகமாகச் செல்லும் துகளைக் கொண்டுள்ளது என்ற தவறான முடிவிற்கு வந்தார்.
ஒளி எதிரொளிப்பு
ஒளி விலகல்
குறைந்த இழுவிசை
அதிக இழுவிசை
எதிரொளிப்பில் ஒளித்துகள்கள் திருப்பி வீசப்படுகின்றன. ஒளிவிலகலில் துகள்கள் இழுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.
இதற்கு மாற்றுக் கருத்து ஹைஜன்ஸால் வழங்கப்பட்டது.
ஒளியானது ஒலியைப் போன்றே அலை வடிவத்தில் பரவுகிறது.
ஆனால் ஒலியானது விளிம்பில் நன்கு வளைந்து செல்வது போல் ஒளி வளைந்து செல்வதில்லை.
நீ இரவில் இவ்வளவு நகைகளுடன் வந்திருக்க வேண்டாமே!
சும்மா பயமுறுத்--தாதீங்க!
நியூட்டன் ஹைஜன்ஸின் கருத்தை நிராகரித்தார். இது மற்றொரு கசப்பான முரண்பாடாக அமைந்தது.
எல்லாமே சண்டையில்தான் முடிவடைகிறது. நான் ஏன் எனது கண்டுபிடிப்புகளை வெளியிட வேண்டும் ?
எட்மண்ட் ஹேலிதான் நியூட்டனின் கருத்தினை மாற்ற முயற்சி செய்தார்.
உங்களின் கண்டுபிடிப்புகள் முக்கியமானவை. அதனை வெளியிட ஏற்பாடு செய்கிறேன்.
பிரின்ஸிபியா புத்தகம் வெளிவர ஏற்பாடு செய்தார்.
இந்நிகழ்வு கோபர்நிகஸால் ஆரம்பிக்கப்பட்ட அறிவியல் புரட்சியின் உச்சகாட்சி போன்றுள்ளது. நியூட்டனின் பிரின்ஸிபியா புத்தகம் மனிதகுல வரலாற்றில் ஒரு மைல் கல்லாக அமைந்தது.
Principia Mathematica
இயற்கையும் இயற்கையின் விதிகளும் இருட்டில் மறைக்கப்--பட்டிருக்கின்றன. அந்த இருட்டின் வெளிச்சம் நியூட்டன் என்று கடவுள் கூறினார். -A.போப்

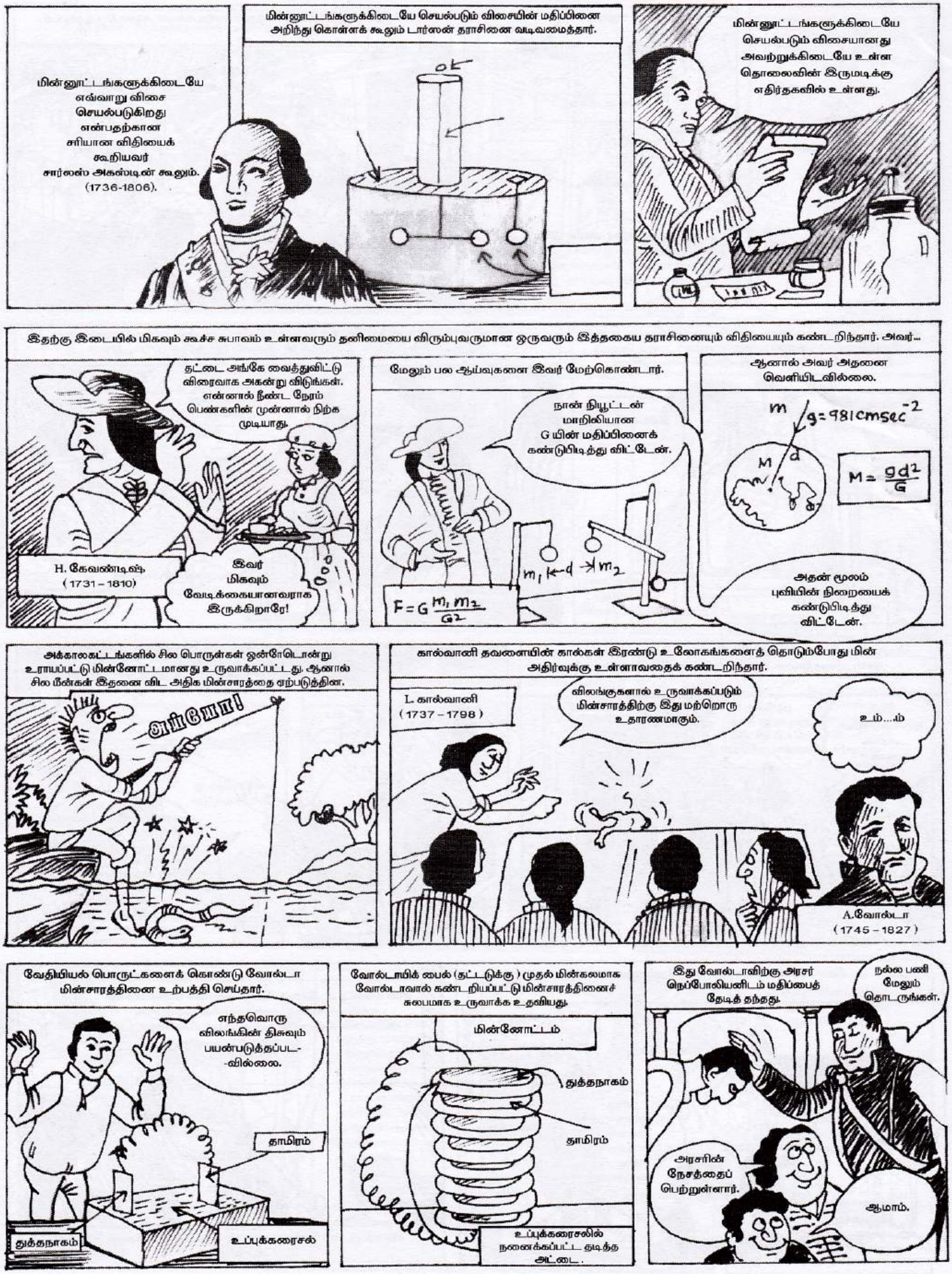

அவரது புத்தகமான மேத்தமெடிக்கல் பிரின்ஸிபல்ஸ் ஆஃப் நேச்சுரல் பிலாஸபி என்ற புத்தகத்தில் இயந்திரவியல் பேரண்டத்தின் விதிகளை நியூட்டன் விளக்கினார்.
கலிலீயால் எடுத்துச் சொல்லப்பட்ட இயக்க விதிகளுக்கான கணித விளக்கங்களை அளித்தார்.
ZZZZZ
முதல் விதி
புறவிசை செயல்பட்டு மாற்றும் வரை எந்தவொரு பொருளும் தனது ஓய்வு நிலையையோ சீரான இயக்க நிலையையோ மாற்றிக் கொள்ளாமல் அதே நிலையில் தொடர்ந்து இருக்கும்.
இரண்டாம் விதி
முடுக்கம் = விசை / நிறை
வேலைக்கு நேரமாச்சு!. சீக்கிரம் போ.
மற்றும் நியூட்டனின் புகழ்பெற்ற, அதிகம் விவாதிக்கப்பட்ட...
மூன்றாம் விதி
வண்டியானது நான் எவ்வளவு விசையுடன் முன்னோக்கி இழுக்கின்றேனோ அதே விசையுடன் பின்னோக்கி இழுத்தால் வண்டி எவ்வாறு நகரும் ?
PRINCIPIA
ஒவ்வொரு விசைக்கும் சமமான மற்றும் எதிர்த்திசையில் செயல்படும் எதிர்விசை உள்ளது.
பேரண்டத்தில் எந்த இரு பொருட்களுக்கும் இடையில் செயல்படும் ஈர்ப்பு விசைக்கான கொள்கையை நியூட்டன் எடுத்துரைத்தார். இது மிகச் சிறந்த உள்ளுணர்வின் அடிப்படையில் கூறப்பட்டதாகும்.
பேருந்து நிறுத்தம்
m_1
d
m_2
$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$
கோள்களின் இயக்கம் பற்றிய கெப்ளர் விதிகளை நியூட்டனால் தற்போது நன்கு விளக்கமுடிந்தது. வானுலகமானது ஓர் ஒழுங்குக்கு வந்தது.
d_1
m_1
நிலவு
d_2
m_2
சூரியன்
பூமி
நிலவின் சீரற்ற இயக்கத்தைத் தற்போது அவரால் விளக்க முடிந்தது.
சாய்ந்த தற்சுழற்சி அச்சு
பூமி
சூரியன்
சாய்ந்த நிலையில் புவியானது சுற்றுவதை விளக்க முடிந்தது.
நியூட்டனின் இயந்திரவியல் விதிகள் இயற்பியலாளர்கள் மீது நீண்ட காலத்திற்குத் தாக்கத்தினை ஏற்படுத்தியது என்பதை நம்மால் காண முடிகிறது.
ஒளியியல்
ஒளித்துகள்கள் இயக்கவிதிக்குக் கட்டுப்படுகின்றன.
நியூட்டன்
வெப்ப இயக்கவியல்
வெப்பம் என்பது ஒரு வகையான இயக்கமாகும்.
K.L.போல்ட்ஸ்மேன் (1844-1906)
மின்காந்தவியல்
மின் அலைகள் என்பவை ஈதரின் இயந்திரவியல் அதிர்வுகளாகும்.
J.C. மேக்ஸ்வெல் (1831 – 1879)

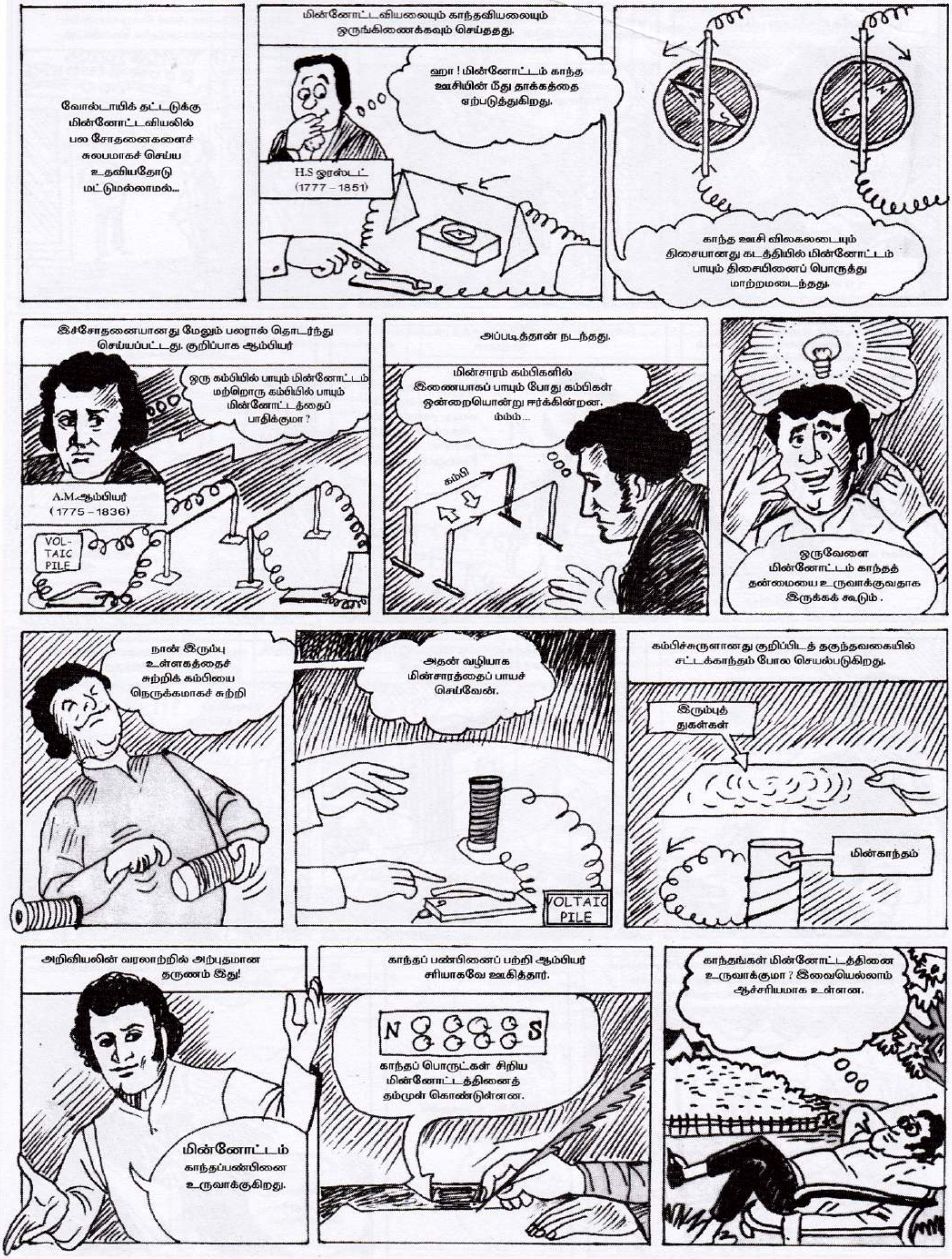

நியூட்டனின் காலத்திற்குப் பிறகான ஆண்டுகள் அறிவியல் உலகில் சிறிய ஆனால் முக்கியமான கண்டுபிடிப்புகள் ஏற்பட்ட காலமாகும்.
ஒளியின் திசைவேகத்தினை ரோமர் அளவிட்டார்.
வியாழனின் நிலவு
வியாழன்
C
B
பூமி
A
1
வியாழன்
B
பூமி
சூரியன்
A
2
வியாழனிலிருந்து பூமியை வந்தடையும் ஒளியானது பூமி 2வது நிலையில் உள்ளதை விட முதல் நிலையில் உள்ள போது அதிகத் தொலைவு பயணம் செய்து வந்தடையும். எனவே வியாழன் தன் துணைக்கோளின் மீது ஏற்படுத்தும் கிரகணம் தாமதப்படுத்தப்படுகிறது.
இத்தாமதமாகும் நேரத்தையும், AB க்கு இடையே உள்ள தொலைவினையும் அறிவதன் மூலம் நான் ஒளியின் திசைவேகத்தினைக் கணக்கிட்டேன். அதன் மதிப்பு 2,27,000 km/s*
O. ரோமர் (1644 – 1710)
நவீன மதிப்பு 2,99,792 km/s
பிராட்லி இடமாறு தோற்றத்தினைக் கொண்டு இதன் மதிப்பினை மேலும் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டார்.
இடமாறு தோற்றமா! அப்படி என்றால்?
மழையில் நடந்து வரும் மனிதர் தனது குடையை ஏன் சாய்த்துப் பிடிக்கிறாரோ!
உண்மையான திசை
தோற்றத் திசை
பூமி
அதே போலவே பூமியின் சுழற்சி காரணமாகச் சூரியனைத் தொலைநோக்கியின் வழியாகக் காணத் தொலைநோக்கியைச் சூரியனை நோக்கிப் பூமியின் சுழற்சிக்கு ஏற்றவாறு திருப்ப வேண்டியுள்ளது.
பூமியின் சுற்றியக்க வேகத்தினையும் தொலைநோக்கி திருப்பப்பட்ட கோணத்தினையும் அளவிடுவதன் மூலம் நான் ஒளியின் திசைவேகத்தினைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டேன்.
J. பிராட்லி (1693 – 1762)
வெப்பநிலைமானியானது மற்றொரு முக்கியக் கண்டுபிடிப்பாகும்.
வெப்பநிலைமானியில் ஆல்கஹாலை விட மெர்க்குரி மிகச் சிறந்த முறையில் பயன்படும்.
G. பாரன்ஹீட் (1686 – 1736)
பாரன்ஹீட் வித்தியாசமான எண்களைப் பயன்படுத்தினார்.
212°
நீரின் கொதிநிலை
180 பிரிவுகள்
நீரின் உறைநிலை
32°
100°
கொதிநிலைப் புள்ளி
அதனை மறந்து விடுங்கள். இவ்வாறு கணக்கிடுவது-தான் சுலபமாக இருக்கும்.
உறைநிலைப் புள்ளி
0°
A.செல்சியஸ் (1701 – 1744)
பாரன்ஹீட் வேறு சில முக்கிய விளைவுகளையும் உற்று நோக்கிக் கண்டறிந்தார்.
திரவங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கொதிக்கின்றன.
ஆனால்... அழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது குறைந்த வெப்பநிலையில் கொதிக்கின்றன.
WSSSSHHHH


ஜோசப் பிளாக்
(1728 – 1799)
முதன் முதலில் வெப்பநிலை பற்றிக் கூறிய பிறகு இத்துறையானது மேலும் தூடுபிடிக்க ஆரம்பித்தது.
நீரினை வெப்பப்படுத்தும் போது நீராவி கிடைக்கும்...
அதே போல் பனிக்கட்டியினை வெப்பப்படுத்தும் போது நீர் கிடைக்கும்.
பொருளை வெப்பப்படுத்தும்போது அது உருகிக் கொண்டிருந்தாலோ அல்லது கொதித்துக் கொண்டிருந்தாலோ அதன் வெப்பநிலை மாறுவதில்லை.
0°C
பனிக்கட்டி
100°C
நீர்
நீராவி
நிச்சயமாக நீராவியானது நீரினை விட அதிக வெப்பத்தினைக் கொண்டிருக்கும்.
நீர்
?
வெப்பத்தின் அளவிற்கு அவர் கலோரி எனப் பெயரிட்டார். அது நிச்சயம் தனித்தன்மை வாய்ந்த பொருளாக இருக்கலாம்...
வெப்பம்
குளிர்ச்சி
நிச்சயமாக அதற்கு எடையில்லை!
ஆனால் அது நிச்சயம் பயனுள்ளதாக உள்ளது.
கலோரியைக் கொண்டு வேலை செய்ய வைக்கலாம் என நினைக்கிறேன்.
என்ன ஓர் அருமையான சிந்தனை !
ஜேம்ஸ் வாட்
(1736 – 1819)
ஜேம்ஸ் வாட் காலத்திற்கு முன்பே நீராவி இயந்திரம் காணப்பட்டது
குழாய்
நீராவியால் இயங்கும் இயந்திரம்
நிலக்கரிச் சுரங்கம்
உண்மை-யைக் கூறினீர்கள். மறுபடியும் கூறுங்க-ளேன்.
சேவரி தாமஸ்
(1650 – 1715)
ஆனால் வாட் முந்தைய அமைப்புகளை சீர்திருத்தி தனது தனித்துவமான திறமையினால் மிக நேர்த்தியான இயந்திரமாக வடிவமைத்தார்.
தனித்துவமானதா ?
1780 களில் நீராவி ஆற்றலானது மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு, தொழிற்புரட்சிக்கு வித்திட்டது .
தொழிற்சாலைகளின் உற்பத்தி அதிகரித்தது
நீராவிக் கப்பல்
நீராவி என்ஜின்கள்
பருத்தி ஆலைகள்
ஏற்றுமதி அதிகரிப்பு
அச்சோ! என்ன இது? தேவையில்லாத வன்முறைகள் நிறைய நடக்கின்றனவே!
ஆமாம்! இது எனக்கு வேதனையைத் தருகிறது.
சூரியன்
பூமி

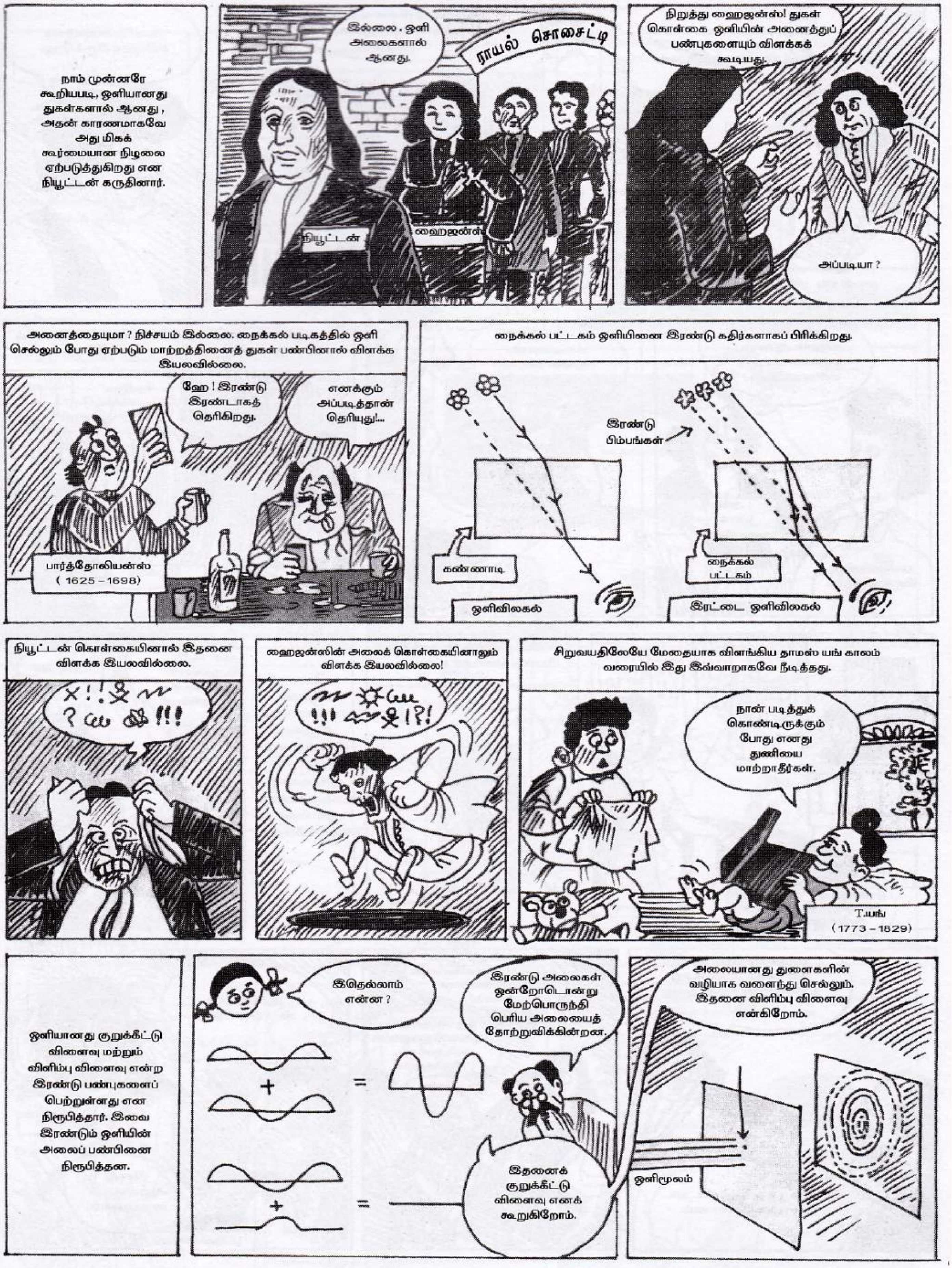
1780 களில் அமெரிக்காவில் காணப்பட்ட வழக்கம்
நான் பிரிட்டனுக்குச் செல்கிறேன்.
கவுண்ட் ரம்போர்ட் (1753 – 1814)
பிரான்சில்...
97...98...99... இன்னும் ஒரு தலைதான் தேவை நூறைத் தொட....
அச்சோ!
அவன்தான் அடுத்து.
இத்தனை களேபரங்களுக்கு மத்தியிலும் கவுண்ட் ரம்போர்டின் கவலை அனைத்தும் வெப்பத்தின் உண்மையான தன்மை என்னவென்று அறிவதில்தான் இருந்தது.
ஜேம்ஸ்வாட்டின் நீராவி இயந்திரம்
வெப்பம் இயக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது.
ரம்போர்ட்
அதேபோல் இயக்கம் வெப்பத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இவற்றுக்கு இடையில் ஏதேனும் தொடர்பு இருக்குமா ?
ஆனால் பெரும்பான்மையானவர்களின் கருத்துகள் இதற்கு நேர்மாறாக இருந்தன.
வெப்பம் என்பது எடையில்லாத பாய்மமாகும்.
லவாய்சியர் (1743 -1794)
உராய்வானது இந்தப் பாய்மத்தின் கட்டுகளை விடுபடச் செய்து அதனை ஓடச் செய்வதால் வெப்பம் உருவாகிறது.
லவாய்சியர்
ஓ அப்படியா ! சரி பார்ப்போம்.
ரம்போர்ட்
பித்தளையினைத் துளையிடும் போது ஏற்படும் வெப்பத்தின் அளவினை ரம்போர்ட் அளவிட்டார்.
ம்ம்... ம்ம்...
பித்தளை
பித்தளையினை உருக்குவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தினை விட அதிக வெப்பம் உருவாகிறது.
பித்தளை
எனவே இந்த வெப்பத்தினைப் பித்தளை தன்னுள் வைத்திருக்க முடியாது.
உராய்வு விசையே இவ்வெப்பத்தினை உருவாக்குகிறது.
லவாய்சியரின் கருத்து தவறு என நிருபித்த பிறகு லவாய்சியரின் விதவை மனைவியை ரம்போர்ட் மணம் புரிந்தார். ஆனால் இத்திருமணமானது கருத்து வேறுபாடு காரணமாக விரைவாகவே முடிவிற்கு வந்தது.
லவாய்சியர் அதிர்ஷ்டக்காரர் அதனால்தான் அவரைக் கில்லடினில் வைத்துச் சீக்கிரம் கொன்றுவிட்டார்கள்!
நீ வாழ்க்கையை மிகவும் அலுப்பூட்டுகிறாய்!
இதற்கு இடையில் மின்னூட்டவியல் வளர ஆரம்பித்தது.
அய்யோ!


18 ஆம் நூற்றாண்டில் இருவகையான மின்னோட்டவியல் இருப்பதாக கருதப்பட்டது.
ஆம்பர்
விலக்கு விசை
கண்ணாடி
ஈர்ப்பு விசை
ஆம்பர்
கண்ணாடி
மின்னூட்டத்தினைச் சேமித்து வைக்க மக்கள் அறிந்திருந்தார்கள்.
புதிய மின்னூட்ட ஜாடி ஒன்று கிடைக்குமா?
லிடன் பல்கலைக்
லிடன் ஜாடியானது கண்ணாடியைக் கொண்டு பிரிக்கப்பட்ட இரு உலோகங்களைக் கொண்டுள்ளது. உள்ளே உள்ள உலோகம் மின்னூட்டங்களைச் சேமித்து வைக்கப் பயன்படுகிறது.
கார்க்
கண்ணாடி
உள் உலோகம்
தரையிணைப்பு செய்யப்பட்ட வெளி உலோகம்
லிடன் ஜாடியை வைத்து சோதனைகளைச் செய்த பெரும்பாலான அறிவியல் அறிஞர்களில் குறிப்பிடத்தக்கவர் பெஞ்சமின் பிராங்ளின் (1706 – 1790).
மின்னலைப் போன்றே இது உள்ளது.
பெஞ்சமின் மின்னலானது மின்னோட்ட நிகழ்வா என்பதனைக் கண்டறிவதற்கான சோதனைகளை மேற்கொண்டார்.
நான் பிராங்ளினை பார்க்க முடியுமா?
தற்போது முடியாது. அவர் பட்டம் விட்டுக் கொண்டிருக்கிறார்.
பட்டமா? எவ்வளவு அதிர்ச்சியாக உள்ளது!
பட்டு நூல்
அவர் பட்டத்தின் முனையினில் சாவியைப் பொருத்திப் பட்டத்தினை மழை மேகத்தினை நோக்கிப் பறக்கவிடும் போது உலோகச் சாவியின் காரணமாகப் பட்டத்தின் முனையில் மின் அதிர்ச்சி ஏற்பட்டது. எனவே மேகங்கள் மின்னூட்டம் கொண்டுள்ளது என்ற முடிவிற்கு வந்தார்.
பிராங்ளின் முதல் இடிதாங்கியை வடிவமைத்தார்.
அது என்ன?
அது மின்னலிருந்து நம்மைப் பாதுகாக்கும் என்று பெஞ்சி கூறினார்
வேடிக்கை தான்.
மின்னோட்டத் திரவம் நேர்முனையில் அதிகமாகவும் எதிர்முனையில் குறைவாகவும் இருக்கும். அதிகமானதிலிருந்து குறைவிற்கு மின்னோட்டம் பாயும்.
இவ்வாறு மின்னோட்டவியலிற்கான கொள்கைகள் தோன்ற ஆரம்பித்தன.


மின்னூட்டங்களுக்கிடையே எவ்வாறு விசை செயல்படுகிறது என்பதற்கான சரியான விதியைக் கூறியவர் சார்லஸ் அகஸ்டின் கூலும். (1736-1806).
மின்னூட்டங்களுக்கிடையே செயல்படும் விசையின் மதிப்பினை அறிந்து கொள்ளக் கூலும் டார்ஸன் தராசினை வடிவமைத்தார்.
OK
மின்னூட்டங்களுக்கிடையே செயல்படும் விசையானது அவற்றுக்கிடையே உள்ள தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர்தகவில் உள்ளது.
இதற்கு இடையில் மிகவும் கூச்ச சுபாவம் உள்ளவரும் தனிமையை விரும்புவருமான ஒருவரும் இத்தகைய தராசினையும் விதியையும் கண்டறிந்தார். அவர்...
தட்டை அங்கே வைத்துவிட்டு விரைவாக அகன்று விடுங்கள். என்னால் நீண்ட நேரம் பெண்களின் முன்னால் நிற்க முடியாது.
H. கேவண்டிஷ் (1731 – 1810)
இவர் மிகவும் வேடிக்கையானவராக இருக்கிறாரே!
மேலும் பல ஆய்வுகளை இவர் மேற்கொண்டார்.
நான் நியூட்டன் மாறிலியான G யின் மதிப்பினைக் கண்டுபிடித்து விட்டேன்.
$m_1 \leftarrow d \rightarrow m_2$
$F = G\frac{m_1 m_2}{G2}$
ஆனால் அவர் அதனை வெளியிடவில்லை.
m
$g = 981 cm sec^{-2}$
M d
$M = \frac{gd^2}{G}$
அதன் மூலம் புவியின் நிறையைக் கண்டுபிடித்து விட்டேன்.
அக்காலகட்டங்களில் சில பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று உராயப்பட்டு மின்னோட்டமானது உருவாக்கப்பட்டது. ஆனால் சில மீன்கள் இதனை விட அதிக மின்சாரத்தை ஏற்படுத்தின.
அய்யோ!
கால்வானி தவளையின் கால்கள் இரண்டு உலோகங்களைத் தொடும்போது மின் அதிர்வுக்கு உள்ளாவதைக் கண்டறிந்தார்.
L. கால்வானி (1737 – 1798)
விலங்குகளால் உருவாக்கப்படும் மின்சாரத்திற்கு இது மற்றொரு உதாரணமாகும்.
உம்....ம்
A.வோல்டா (1745 – 1827)
வேதியியல் பொருட்களைக் கொண்டு வோல்டா மின்சாரத்தினை உற்பத்தி செய்தார்.
எந்தவொரு விலங்கின் திசுவும் பயன்படுத்தப்பட--வில்லை.
தாமிரம்
துத்தநாகம்
உப்புக்கரைசல்
வோல்டாயிக் பைல் (தட்டடுக்கு) முதல் மின்கலமாக வோல்டாவால் கண்டறியப்பட்டு மின்சாரத்தினைச் சுலபமாக உருவாக்க உதவியது.
மின்னோட்டம்
துத்தநாகம்
தாமிரம்
உப்புக்கரைசலில் நனைக்கப்பட்ட தடித்த அட்டை.
இது வோல்டாவிற்கு அரசர் நெப்போலியனிடம் மதிப்பைத் தேடித் தந்தது.
நல்ல பணி மேலும் தொடருங்கள்.
அரசரின் நேசத்தைப் பெற்றுள்ளார்.
ஆமாம்.


வோல்டாயிக் தட்டடுக்கு
மின்னோட்டவியலில்
பல சோதனைகளைச்
சுலபமாகச் செய்ய
உதவியதோடு
மட்டுமல்லாமல்...
மின்னோட்டவியலையும் காந்தவியலையும்
ஒருங்கிணைக்கவும் செய்தது.
ஹா ! மின்னோட்டம் காந்த
ஊசியின் மீது தாக்கத்தை
ஏற்படுத்துகிறது.
H.S ஓரஸ்டட்
(1777 – 1851)
காந்த ஊசி விலகலடையும்
திசையானது கடத்தியில் மின்னோட்டம்
பாயும் திசையினைப் பொருத்து
மாற்றமடைந்தது.
இச்சோதனையானது மேலும் பலரால் தொடர்ந்து
செய்யப்பட்டது. குறிப்பாக ஆம்பியர்
ஒரு கம்பியில் பாயும் மின்னோட்டம்
மற்றொரு கம்பியில் பாயும்
மின்னோட்டத்தைப்
பாதிக்குமா ?
A.M.ஆம்பியர்
(1775 – 1836)
VOL-
TAIC
PILE
அப்படித்தான் நடந்தது.
மின்சாரம் கம்பிகளில்
இணையாகப் பாயும் போது கம்பிகள்
ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன.
ம்ம்ம்...
கம்பி
ஒருவேளை
மின்னோட்டம் காந்தத்
தன்மையை உருவாக்குவதாக
இருக்கக் கூடும் .
நான் இரும்பு
உள்ளகத்தைச்
சுற்றிக் கம்பியை
நெருக்கமாகச் சுற்றி
அதன் வழியாக
மின்சாரத்தைப் பாயச்
செய்வேன்.
VOLTAIC
PILE
கம்பிச்சுருளானது குறிப்பிடத் தகுந்தவகையில்
சட்டக்காந்தம் போல செயல்படுகிறது.
இரும்புத்
துகள்கள்
மின்காந்தம்
அறிவியலின் வரலாற்றில் அற்புதமான
தருணம் இது!
மின்னோட்டம்
காந்தப்பண்பினை
உருவாக்குகிறது.
காந்தப் பண்பினைப் பற்றி ஆம்பியர்
சரியாகவே ஊகித்தார்.
N S
காந்தப் பொருட்கள் சிறிய
மின்னோட்டத்தினைத்
தம்முள் கொண்டுள்ளன.
காந்தங்கள் மின்னோட்டத்தினை
உருவாக்குமா ? இவையெல்லாம்
ஆச்சரியமாக உள்ளன.

ஆம் என்பதே இதற்கான பதிலாகும்.
ஆமாம்!
M. பாரடே
(1791 – 1867)
ஏழை இரும்புக் கொல்லரின் பத்தாவது மகனாகப் பிறந்ததினால் பாரடேவால் பள்ளிக்குச் செல்ல இயலவில்லை.
என்னால் உன்னைப் பள்ளிக்கு அனுப்ப இயலாது , பாரடே
வாவ்! அற்புதம்!
ஆனால் அதனை அவர் வேறு வகையில் உபயோகமானதாக மாற்றிக் கொண்டார்.
உங்கள் புத்தகம் பைண்ட் செய்யப்பட்டு விட்டது. நான் இப்போது படித்துக் கொண்டிருக்கிறேன். நாளை வாருங்கள் வாங்கிக் கொள்ளலாம்.
BOOK BINDERS
ஹம்பிரி டேவியிடம் பணிபுரிய வாய்ப்பு கிடைத்தவுடன் அவர் மின்னோட்டவியலில் சோதனைகளை மேற்கொண்டார்.
இவர் எனது சிறந்த கண்டுபிடிப்பு
H. டேவி
(1778 – 1829)
அதன் மூலம் குறிப்பிடத்தகுந்த முடிவுகளைப் பெற்றார்.
ஒரு கம்பிச் சுருளினுள் நகரக் கூடிய காந்தமானது அக்கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டத்தினைத் தோற்றுவிக்கின்றது.
நிச்சயம் காந்தவிசை மின்விசையைத் தோற்றுவிக்கிறது.
நகரும் காந்தம்
S
N
மின்னோட்டத்தினை அளக்கும் கருவி
கம்பிச் சுருள்
ஏன் மின்காந்தத்தினைப் பயன்படுத்தக் கூடாது?
அவர் மின்காந்தத்தினைக் கொண்டு முதல் மின்மாற்றியினை அமைத்தார்.
மின்மாற்றியில் முதன்மைச் சுற்றில் மாறக்கூடிய மின்னோட்டமானது துணைச்சுற்றில் மின்னோட்டத்தினைத் தோற்றுவிக்கிறது.
பாரடே ஆற்றிய விரிவுரையானது மக்களை அதிக அளவில் ஈர்த்தது.
மின்விசை இயக்கத்தினை ஏற்படுத்தும்.
இவர் முதல் மின்மோட்டாரினையும் டைனமோவையும் வடிவமைத்தார். இவை தொழில் நுட்பவியலின் முக்கியமான இரண்டு மைல் கற்கள் ஆகும்.
METER
மின்காந்தவியலின் முதல் ஆகச் சிறந்த கண்டுபிடிப்பினைப் பாரடே உருவாக்கி விட்டார் என்றே கூறலாம்.
இது இரண்டாவது தனித்தன்மை வாய்ந்த கண்டுபிடிப்பு விரைவில் ஏற்பட வழிவகுத்தது.
ஒளியினை எடுத்துக் கொள்வோம்.

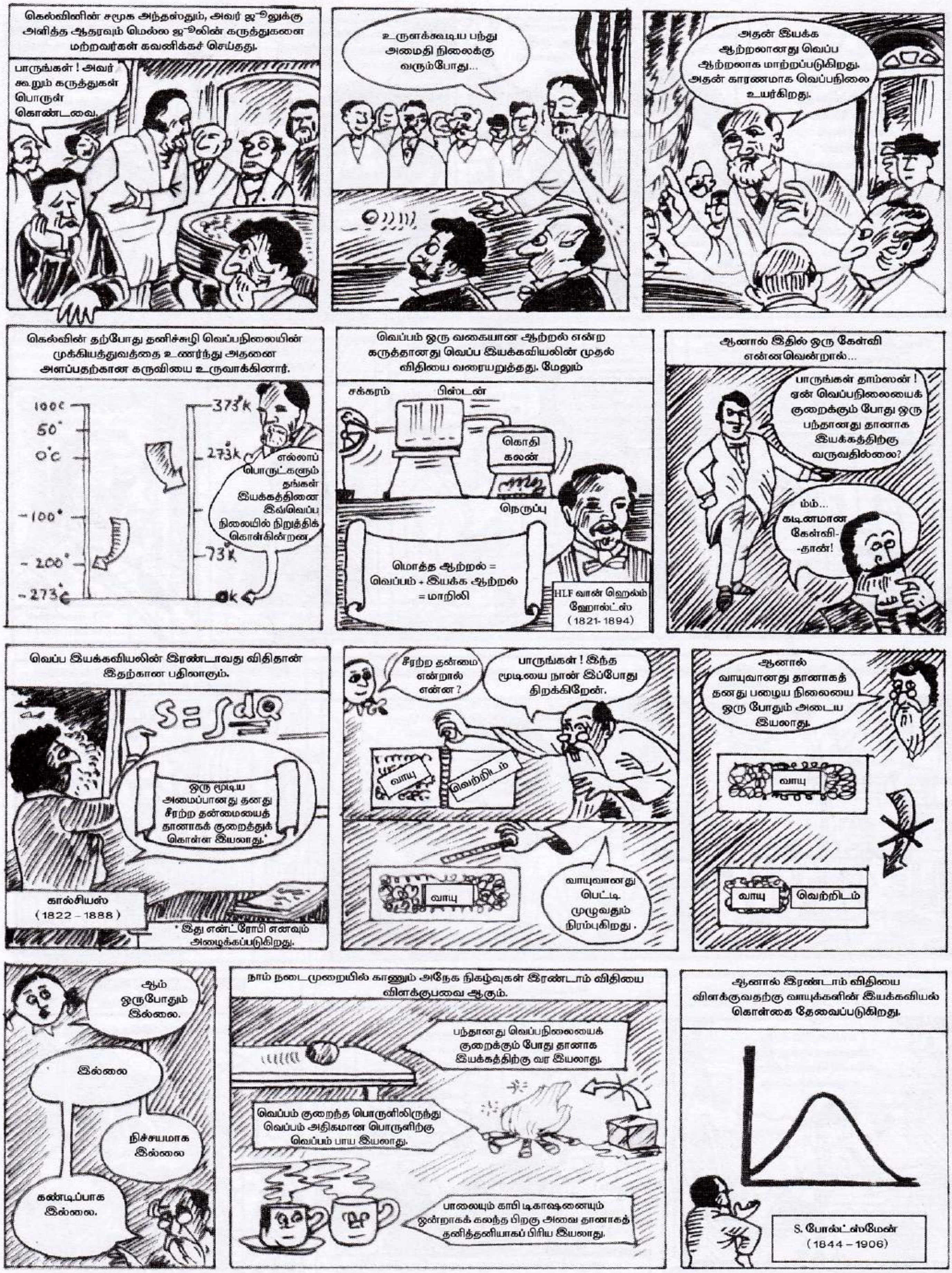

நாம் முன்னரே கூறியபடி, ஒளியானது துகள்களால் ஆனது, அதன் காரணமாகவே அது மிகக் கூர்மையான நிழலை ஏற்படுத்துகிறது என நியூட்டன் கருதினார்.
இல்லை. ஒளி அலைகளால் ஆனது.
ராயல் சொசைட்டி
நியூட்டன்
ஹைஜன்ஸ்
நிறுத்து ஹைஜன்ஸ்! துகள் கொள்கை ஒளியின் அனைத்துப் பண்புகளையும் விளக்கக் கூடியது.
அப்படியா ?
அனைத்தையுமா ? நிச்சயம் இல்லை. நைக்கல் படிகத்தில் ஒளி செல்லும் போது ஏற்படும் மாற்றத்தினைத் துகள் பண்பினால் விளக்க இயலவில்லை.
ஹே ! இரண்டு இரண்டாகத் தெரிகிறது.
எனக்கும் அப்படித்தான் தெரியுது!...
பார்த்தோலியன்ஸ் (1625 – 1698)
நைக்கல் பட்டகம் ஒளியினை இரண்டு கதிர்களாகப் பிரிக்கிறது.
இரண்டு பிம்பங்கள்
கண்ணாடி
ஒளிவிலகல்
நைக்கல் பட்டகம்
இரட்டை ஒளிவிலகல்
நியூட்டன் கொள்கையினால் இதனை விளக்க இயலவில்லை.
ஹைஜன்ஸின் அலைக் கொள்கையினாலும் விளக்க இயலவில்லை!
சிறுவயதிலேயே மேதையாக விளங்கிய தாமஸ் யங் காலம் வரையில் இது இவ்வாறாகவே நீடித்தது.
நான் படித்துக் கொண்டிருக்கும் போது எனது துணியை மாற்றாதீர்கள்.
T.யங் (1773 – 1829)
ஒளியானது குறுக்கீட்டு விளைவு மற்றும் விளிம்பு விளைவு என்ற இரண்டு பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது என நிரூபித்தார். இவை இரண்டும் ஒளியின் அலைப் பண்பினை நிரூபித்தன.
இதெல்லாம் என்ன ?
இரண்டு அலைகள் ஒன்றோடொன்று மேற்பொருந்தி பெரிய அலையைத் தோற்றுவிக்கின்றன.
இதனைக் குறுக்கீட்டு விளைவு எனக் கூறுகிறோம்.
அலையானது துளைகளின் வழியாக வளைந்து செல்லும். இதனை விளிம்பு விளைவு என்கிறோம்.
ஒளிமூலம்

நான் ஒளிக்கற்றையை இரண்டு துளைகளின் வழியாக ஒரே சமயத்தில் செலுத்துவேன்.
தாமஸ் யங்
குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்பட்டுப் பொலிவு பட்டைகளும் கருமை பட்டைகளும்
மாறி மாறித் திரையில் தோன்றுகின்றன.
ஆனால் அலைநீளம் சிறியதாக இருக்கிறது.
அது எல்லாம் சரிதான். ஆனால் நைக்கல் பட்டகம் என்னவாயிற்று ?
அரோகோ (1786 – 1853)
நான் அதனை விளக்குகிறேன்.
சரி, ஹைஜன்ஸ் அலைகளால் அதனை விளக்க இயலவில்லையே!
அவை வேறுவகையான அலைகள் என்பதால்தான் விளக்க முடியவில்லை.
ஹைஜன்ஸ் அலையானது ஒலி அலைகளைப் போன்றே அலை பரவும் திசைக்கு இணையாக அதிர்வுறுகிறது.
நெகிழ்வு
இறுக்கம்
நெட்டலைகள்
...ஒளியலைகள் அலைபரவும் திசைக்குச் செங்குத்தாக அதிர்வுறுகின்றன...
எனவே ஒளியின் இயக்கத்தில் இரண்டு நிலைகள் உள்ளன.
1
OR
2
நைக்கல் பட்டகமானது இவ்விரு நிலைகளையும் இரண்டாகப் பிரிப்பதனால் நமக்கு இரண்டு பிம்பங்கள் கிடைக்கின்றன.
தாமஸ் சரியாகத் தான் கூறி இருக்கிறார். நான் அதனை நிரூபிக்கிறேன்.
ஏ! டண்டண--க்கா!
ப்ரெஸ்நெல் (1788 – 1827)
சுருக்கமாச் சொல்லுங்க! ஒளி அலை பரவும் போது உண்மையில் அதிர்வுறுவது எது ?
ம்ம்... அது ... ஓர் ஊடகம். ஈதராக இருக்கலாம்.
பிறகு நாம் ஏன் ஈதரின் எத்தகைய விளைவினையும் சோதனைகளில் காண முடிவதில்லை?
ஒரு வேளை நாம் அதனை இதுவரையில் அறியாமல் கூட இருக்கலாம்.
ஆர்வமூட்டும் விடயம் அல்லவா!
ஐன்ஸ்டீன்
மிகவும் ஆர்வமூட்டக் கூடியதுதான்!
J.C.மேக்ஸ்வெல்

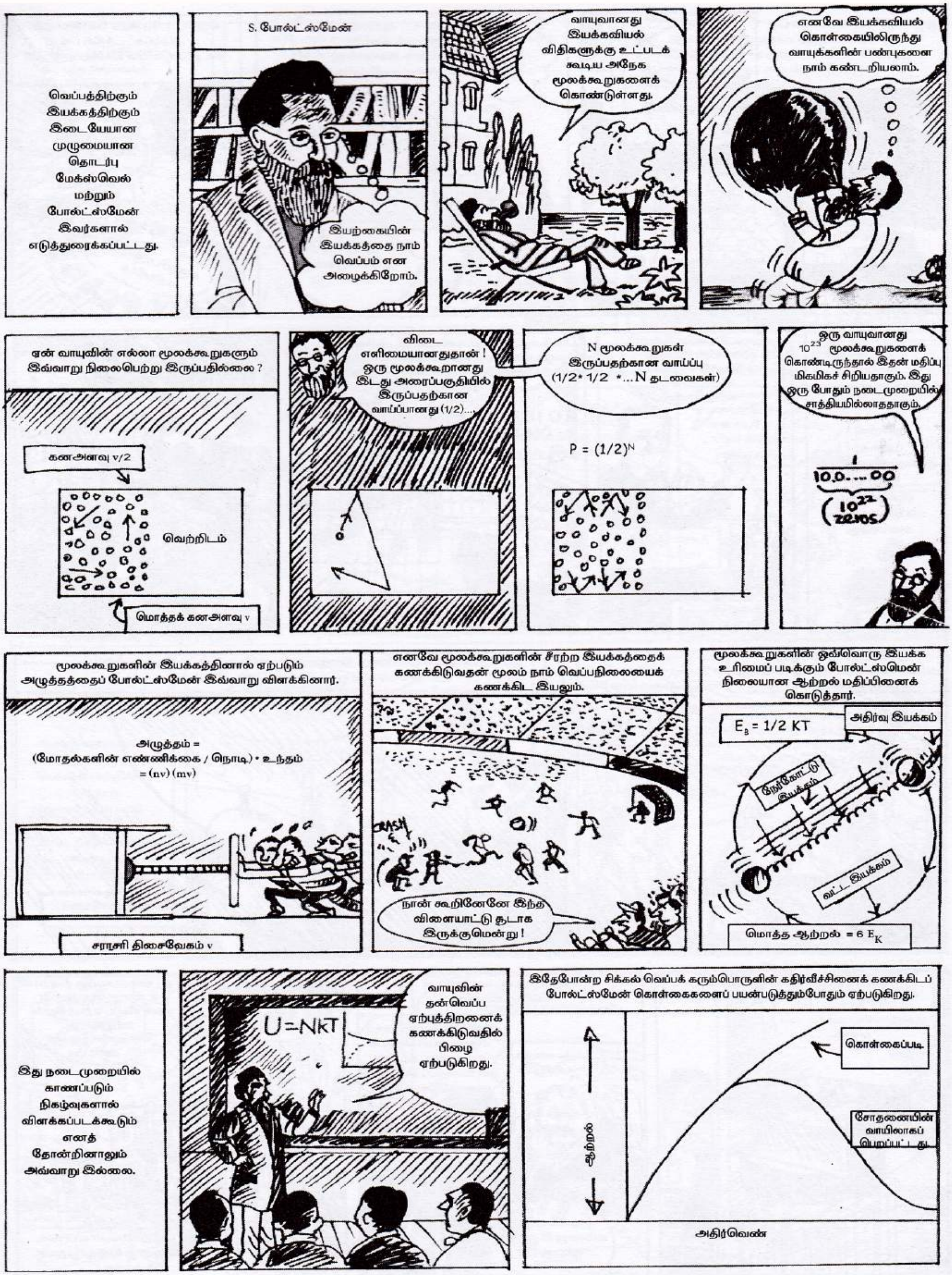
மற்றொரு மிகப்பெரிய புத்திசாலியான ஜேம்ஸ் கிளார்க் மேக்ஸ்வெல் (1831–1879) அவர்களால் ஒளியின் பண்பினைப் பற்றிய புதிய வெளிச்சம் ஏற்பட்டது.
குழந்தை மேதை
ஹா !ஹா!
சரியான புத்தகப்புழு !
எடின்பர்க்கில் உள்ள ராயல் சொசைட்டியில் அவரது முதல் ஆய்வுக் கட்டுரை வாசிக்கப்படும்போது அவரது வயது 15.
உண்மையில் அந்தப் பையன் சாதித்து விட்டான் .
ராயல் சொசைட்டி
அவரது வாழ்வின் பிற்பகுதியில் மின்காந்தப் பண்புகளைப் பற்றிய ஆய்வினை மேற்கொண்டார்.
நாம் இதுவரை எவற்றையெல்லாம் அறிந்துள்ளோமோ அவற்றை முதலில் எடுத்துக் கொள்வோம்.
ε.∇E=ρ
கூலும் விதி
அது என்ன ∇ ?
அதையெல்லாம் மறந்துவிடு . மக்கள் இப்போது இப்படித்தான் எழுதுகிறார்கள்.
பிறகு ஆம்பியர் விதி.
...மின்னோட்டம் காந்தப் பண்பினை உருவாக்குகிறது.
ஓயர்ஸ்டெட்
காந்தங்கள் மின்னோட்டத்தினை உருவாக்குகிறன.
பிறகு பாரடே விதி
பாரடே
இல்லை ! இது சரியாக வரவில்லையே !
நான் அதனைச் சரிப்படுத்தி எழுதுகிறேன்.
அவர் செய்த மாற்றங்களின் தொடர்ச்சியாக மிக முக்கிய முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டன.
இவையெல்லாம் இச்சமன்பாடு- -களுக்கான அலை இயக்கத் தீர்வுகள் . நாம் இப்போது மின்காந்த அலையின் வேகத்தைக் கணக்கிடலாம்.

என்னது !
இதன் வேகம் ஒளியின் திசைவேகத்திற்குச் சமமாக உள்ளது ! அப்படியானால்...
ஹைய்யா ! ஒளியானது ஒரு மின்காந்த அலையாகும்.!
மின்னோட்டவியல் , காந்தவியல் மற்றும் ஒளியியல் ஆகியவற்றின் வரலாற்றில் இக்கண்டுபிடிப்பு முக்கியமான ஒன்றாகும்.
இதற்கிடையில் அலைவுறும் மின்னூட்டங்கள் மின்காந்த அலைகளைத் தோற்றுவிக்கும் எனக் கண்டறியப்பட்டது.
f அதிர்வெண் கொண்ட மின்காந்த அலைகள்.
f அதிர்வெண்ணுடன் அலைவுறும் மின்னூட்டங்கள்.
மின்காந்த அலைகள் எந்தவோர் அலைநீளத்தையும் பெற்று இருக்கும்.
ரேடியோ அலைகள்
மைக்ரோ அலைகள்
அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்
கண்ணுறு ஒளி
புற ஊதாக் கதிர்கள்
எக்ஸ் கதிர்கள்
காமாக் கதிர்கள்
காஸ்மிக் கதிர்கள்
அகச்சிவப்பு மற்றும் புறஊதா கதிர்களின் கதிர்வீச்சுகள் முன்பே அறியப்பட்டிருந்தன.
பார் கரோலின்! நிறமாலையின் சிவப்பிற்கு அப்பால் அதிக வெப்பம் கொண்ட பகுதி உள்ளது.
ஹெர்ஷல் (1738 – 1822)
(~1800)
புறஊதாப் பகுதிக்கு அப்பாலுள்ள பகுதி சில்வர் குளோரைடில் அதிக ஒளிர்தலை ஏற்படுத்துகின்றது.
ரிட்டர்
(~1801)
மின்காந்த அலைகள் விரைவில் சோதனைச் சாலையிலேயே உருவாக்கப்பட்டன.
எவ்வாறு போய்க் கொண்டி- -ருக்கிறது ஹெர்ட்ஸ் ?
ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ்! இது அலைகளை உருவாக்கத் தொடங்கிவிட்டது.
இந்த அலைகள் எதன் வழியாகப் பரவும் ? ஈதரிலா அல்லது...
இல்லை ...வெற்றிடத்தில் பரவும்
ஐன்ஸ்டின்
விண்ணுலக ஈர்ப்பு விசை
பிராந்திய ஈர்ப்பு விசை
இயந்திரவியல்
வெப்பம்
ஈர்ப்பு விசை
மின்னோட்டவியல்
காந்தவியல்
ஒளியியல்
மின்காந்தவியல்
இந்த இடம் மட்டும் விடுபட்டுள்ளதே!
இல்லை அங்கும் நிறைய விடயங்கள் நடக்க உள்ளன.

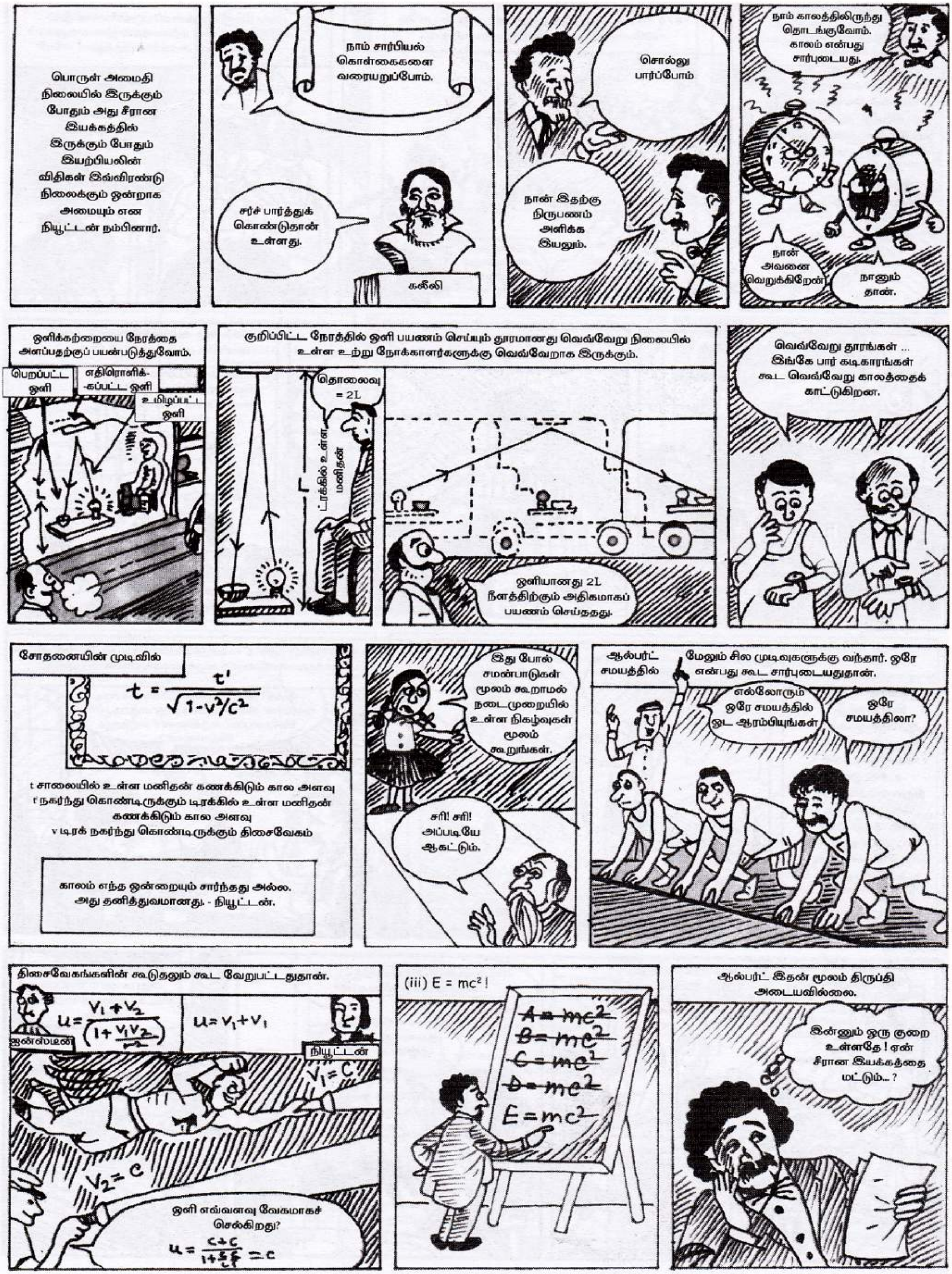
வெப்பத்தினையும் இயக்கவியலையும் ஒன்றாக இணைத்த பிரிவான வெப்ப இயக்கவியல் மிக அதிகப் பயன்பாட்டினைக் கொண்ட துறையாக விளங்கியது. இது சேடி கார்னாட் உடன் தொடங்கியது.
அலுப்பூட்டும் வகையில் மெதுவாகவும் அதிக செலவுடையதாகவும் இப்பயணம் உள்ளது.
குதிரைகள் என்றுமே வேகமானவை-தான்!
நீராவி இயந்திரத்தை எவ்வாறு மேம்படுத்துவது?
S. கார்னாட் (1796 – 1832)
விரைவிலேயே இதற்கான விடையைப் பெற்றார்.
ம்ம்.... இலட்சிய இயந்திரம் கூட மிகச் சரியானது இல்லை.
இலட்சிய இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் ஒன்றை விடக் குறைவாகும்.
$E = 1 - (\frac{T_2}{T_1})$
T_1 = நீராவியின் வெப்பநிலை
T_2 = குளிர் வெப்பநிலை
அநேக இயந்திரங்கள் இதனைக் கருத்தில் கொண்டு தயாரிக்கப்படாமல் இருந்தன.
நீங்கள் எனக்கு விற்ற இயந்திரம் சரியாக வேலை செய்யவில்லை.
நான் இப்போதுதான் கார்னாட் சுற்று பற்றிக் கேள்விப்பட்டேன்.
வெப்பத்திற்கும் இயக்கத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பு வேறு சிலராலும் ஆராயப்பட்டது.
J. P ஜூல் (1818 – 1889)
W.T. கெல்வின் (1824 – 1907)
ஜூல் இயக்கத்தினால் உருவாகும் வெப்பத்தினைப் பற்றிய சரியான கணக்கீடுகளை மேற்கொண்டார்.
நீரினைக் கடையும் போது வெப்பம் ஏற்படுகிறது.
நீர்வீழ்ச்சியின் அடியில் வெப்பம் அதிகளவில் இருக்கும் எனக் கண்டறிந்தார்.
அன்பே! நிச்சயம் நீரின் வெப்பம் அங்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.
?!!?
முடிவாக ஒரு தேற்றத்தினைப் பெற்றார்.
41,800,000 எர்க்* வேலையானது ஒரு கலோரி வெப்பத்தினை உருவாக்குகிறது.
இக்கண்டுபிடிப்பு ஆய்விதழ்களால் நிராகரிக்கப்பட்டது.
CLONK
OUCH!
இது ஜூலை அவரது கண்டுபிடிப்புகளை
செய்தித்தாள்களில்* வெளியிட நிர்ப்பந்தப்படுத்தியது.
என்ன குப்பை இதெல்லாம்!
அருவருப்பான குப்பை என்று சொல்லுங்கள்!
* பல சமயங்களில் செய்தித்-தாள்கள் வாயிலாக மட்டும்

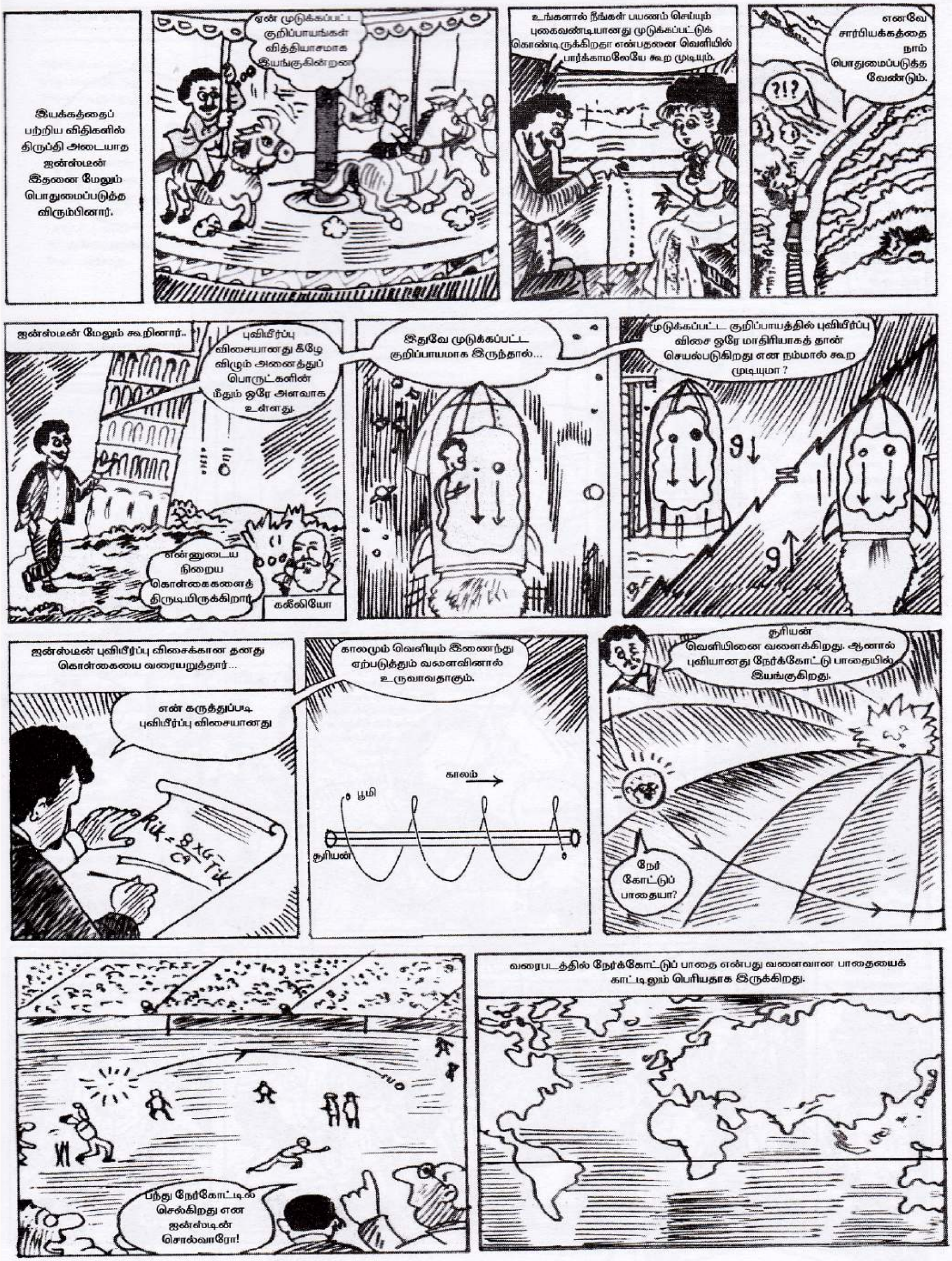


கெல்வினின் சமூக அந்தஸ்தும், அவர் ஜூலுக்கு அளித்த ஆதரவும் மெல்ல ஜூலின் கருத்துகளை மற்றவர்கள் கவனிக்கச் செய்தது.
பாருங்கள் ! அவர் கூறும் கருத்துகள் பொருள் கொண்டவை.
உருளக்கூடிய பந்து அமைதி நிலைக்கு வரும்போது...
அதன் இயக்க ஆற்றலானது வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. அதன் காரணமாக வெப்பநிலை உயர்கிறது.
கெல்வின் தற்போது தனிச்சுழி வெப்பநிலையின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்து அதனை அளப்பதற்கான கருவியை உருவாக்கினார்.
100°C
50°
0°C
-100°
-200°
-273°C
373°K
273°K
73°K
0K
எல்லாப் பொருட்களும் தங்கள் இயக்கத்தினை இவ்வெப்ப நிலையில் நிறுத்திக் கொள்கின்றன.
வெப்பம் ஒரு வகையான ஆற்றல் என்ற கருத்தானது வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியை வரையறுத்தது. மேலும்
சக்கரம்
பிஸ்டன்
கொதி கலன்
நெருப்பு
மொத்த ஆற்றல் = வெப்பம் + இயக்க ஆற்றல் = மாறிலி
HLF வான் ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் (1821-1894)
ஆனால் இதில் ஒரு கேள்வி என்னவென்றால்...
பாருங்கள் தாம்ஸன் ! ஏன் வெப்பநிலையைக் குறைக்கும் போது ஒரு பந்தானது தானாக இயக்கத்திற்கு வருவதில்லை?
ம்ம்... கடினமான கேள்வி-தான்!
வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதிதான் இதற்கான பதிலாகும்.
S = ∫dQ
ஒரு மூடிய அமைப்பானது தனது சீரற்ற தன்மையைத் தானாகக் குறைத்துக் கொள்ள இயலாது.*
கால்சியஸ் (1822 – 1888)
* இது என்ட்ரோபி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
சீரற்ற தன்மை என்றால் என்ன ?
பாருங்கள் ! இந்த மூடியை நான் இப்போது திறக்கிறேன்.
வாயு
வெற்றிடம்
வாயு
வாயுவானது பெட்டி முழுவதும் நிரம்புகிறது .
ஆனால் வாயுவானது தானாகத் தனது பழைய நிலையை ஒரு போதும் அடைய இயலாது.
வாயு
வாயு
வெற்றிடம்
ஆம் ஒருபோதும் இல்லை.
இல்லை
நிச்சயமாக இல்லை
கண்டிப்பாக இல்லை.
நாம் நடைமுறையில் காணும் அநேக நிகழ்வுகள் இரண்டாம் விதியை விளக்குபவை ஆகும்.
பந்தானது வெப்பநிலையைக் குறைக்கும் போது தானாக இயக்கத்திற்கு வர இயலாது.
வெப்பம் குறைந்த பொருளிலிருந்து வெப்பம் அதிகமான பொருளிற்கு வெப்பம் பாய இயலாது.
பாலையும் காபி டிகாஷனையும் ஒன்றாகக் கலந்த பிறகு அவை தானாகத் தனித்தனியாகப் பிரிய இயலாது.
ஆனால் இரண்டாம் விதியை விளக்குவதற்கு வாயுக்களின் இயக்கவியல் கொள்கை தேவைப்படுகிறது.
S. போல்ட்ஸ்மேன் (1844 – 1906)

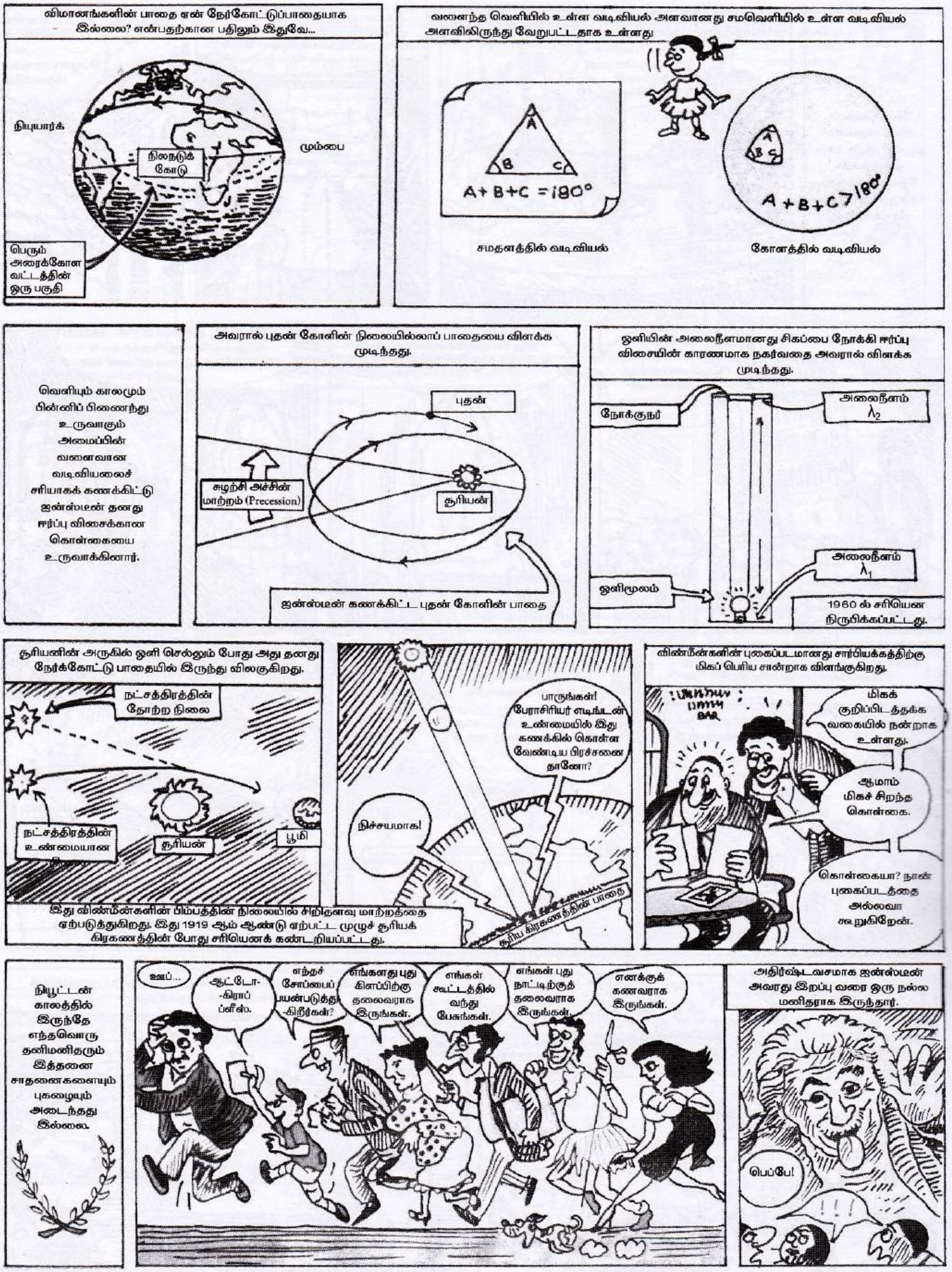


வெப்பத்திற்கும் இயக்கத்திற்கும் இடையேயான முழுமையான தொடர்பு மேக்ஸ்வெல் மற்றும் போல்ட்ஸ்மேன் இவர்களால் எடுத்துரைக்கப்பட்டது.
S. போல்ட்ஸ்மேன்
இயற்கையின் இயக்கத்தை நாம் வெப்பம் என அழைக்கிறோம்.
வாயுவானது இயக்கவியல் விதிகளுக்கு உட்படக் கூடிய அநேக மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது.
எனவே இயக்கவியல் கொள்கையிலிருந்து வாயுக்களின் பண்புகளை நாம் கண்டறியலாம்.
ஏன் வாயுவின் எல்லா மூலக்கூறுகளும் இவ்வாறு நிலைபெற்று இருப்பதில்லை ?
கனஅளவு v/2
வெற்றிடம்
மொத்தக் கனஅளவு v
விடை எளிமையானதுதான் ! ஒரு மூலக்கூறானது இடது அரைப்பகுதியில் இருப்பதற்கான வாய்ப்பானது (1/2)....
N மூலக்கூறுகள் இருப்பதற்கான வாய்ப்பு (1/2* 1/2 *...N தடவைகள்)
$P = (1/2)^N$
ஒரு வாயுவானது 10^{23} மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருந்தால் இதன் மதிப்பு மிகமிகச் சிறியதாகும். இது ஒரு போதும் நடைமுறையில் சாத்தியமில்லாததாகும்.
1 / 10.0....00
(10^{22} zeros)
மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தினால் ஏற்படும் அழுத்தத்தைப் போல்ட்ஸ்மேன் இவ்வாறு விளக்கினார்.
அழுத்தம் = (மோதல்களின் எண்ணிக்கை / நொடி) * உந்தம் = (nv) (mv)
சராசரி திசைவேகம் v
எனவே மூலக்கூறுகளின் சீரற்ற இயக்கத்தைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் நாம் வெப்பநிலையைக் கணக்கிட இயலும்.
CRASH
நான் கூறினேனே இந்த விளையாட்டு சூடாக இருக்குமென்று !
மூலக்கூறுகளின் ஒவ்வொரு இயக்க உரிமைப் படிக்கும் போல்ட்ஸ்மென் நிலையான ஆற்றல் மதிப்பினைக் கொடுத்தார்.
$E_B = 1/2\ KT$
அதிர்வு இயக்கம்
நேர்கோட்டு இயக்கம்
வட்ட இயக்கம்
மொத்த ஆற்றல் = 6 E_K
இது நடைமுறையில் காணப்படும் நிகழ்வுகளால் விளக்கப்படக்கூடும் எனத் தோன்றினாலும் அவ்வாறு இல்லை.
U=NkT
வாயுவின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனைக் கணக்கிடுவதில் பிழை ஏற்படுகிறது.
இதேபோன்ற சிக்கல் வெப்பக் கரும்பொருளின் கதிர்வீச்சினைக் கணக்கிடப் போல்ட்ஸ்மேன் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்தும்போதும் ஏற்படுகிறது.
கொள்கைப்படி
சோதனையின் வாயிலாகப் பெறப்பட்டது.
ஆற்றல்
அதிர்வெண்


பொருள் அமைதி நிலையில் இருக்கும் போதும் அது சீரான இயக்கத்தில் இருக்கும் போதும் இயற்பியலின் விதிகள் இவ்விரண்டு நிலைக்கும் ஒன்றாக அமையும் என நியூட்டன் நம்பினார்.
நாம் சார்பியல் கொள்கைகளை வரையறுப்போம்.
சர்ச் பார்த்துக் கொண்டுதான் உள்ளது.
கலீலி
சொல்லு பார்ப்போம்
நான் இதற்கு நிருபணம் அளிக்க இயலும்.
நாம் காலத்திலிருந்து தொடங்குவோம். காலம் என்பது சார்புடையது.
நான் அவனை வெறுக்கிறேன்
நானும் தான்.
ஒளிக்கற்றையை நேரத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்துவோம்.
பெறப்பட்ட ஒளி
எதிரொளிக்கப்பட்ட ஒளி
உமிழப்பட்ட ஒளி
குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒளி பயணம் செய்யும் தூரமானது வெவ்வேறு நிலையில் உள்ள உற்று நோக்காளர்களுக்கு வெவ்வேறாக இருக்கும்.
தொலைவு = 2L
டிரக்கில் உள்ள மனிதன்
L
ஒளியானது 2L நீளத்திற்கும் அதிகமாகப் பயணம் செய்தது.
வெவ்வேறு தூரங்கள் ... இங்கே பார் கடிகாரங்கள் கூட வெவ்வேறு காலத்தைக் காட்டுகிறன.
சோதனையின் முடிவில்
$t = \frac{t'}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
t சாலையில் உள்ள மனிதன் கணக்கிடும் கால அளவு
t' நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் டிரக்கில் உள்ள மனிதன் கணக்கிடும் கால அளவு
v டிரக் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் திசைவேகம்
காலம் எந்த ஒன்றையும் சார்ந்தது அல்ல. அது தனித்துவமானது. - நியூட்டன்.
இது போல் சமன்பாடுகள் மூலம் கூறாமல் நடைமுறையில் உள்ள நிகழ்வுகள் மூலம் கூறுங்கள்.
சரி! சரி! அப்படியே ஆகட்டும்.
ஆல்பர்ட் மேலும் சில முடிவுகளுக்கு வந்தார். ஒரே சமயத்தில் என்பது கூட சார்புடையதுதான்.
எல்லோரும் ஒரே சமயத்தில் ஓட ஆரம்பியுங்கள்
ஒரே சமயத்திலா?
திசைவேகங்களின் கூடுதலும் கூட வேறுபட்டதுதான்.
$u = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$
ஐன்ஸ்டீன்
$u = v_1 + v_1$
நியூட்டன்
$v_1 = c$
$v_2 = c$
ஒளி எவ்வளவு வேகமாகச் செல்கிறது?
$u = \frac{c+c}{1+\frac{c^2}{c^2}} = c$
(iii) $E = mc^2$!
$A = mc^2$
$B = mc^2$
$C = mc^2$
$D = mc^2$
$E = mc^2$
ஆல்பர்ட் இதன் மூலம் திருப்தி அடையவில்லை.
இன்னும் ஒரு குறை உள்ளதே! ஏன் சீரான இயக்கத்தை மட்டும்...?

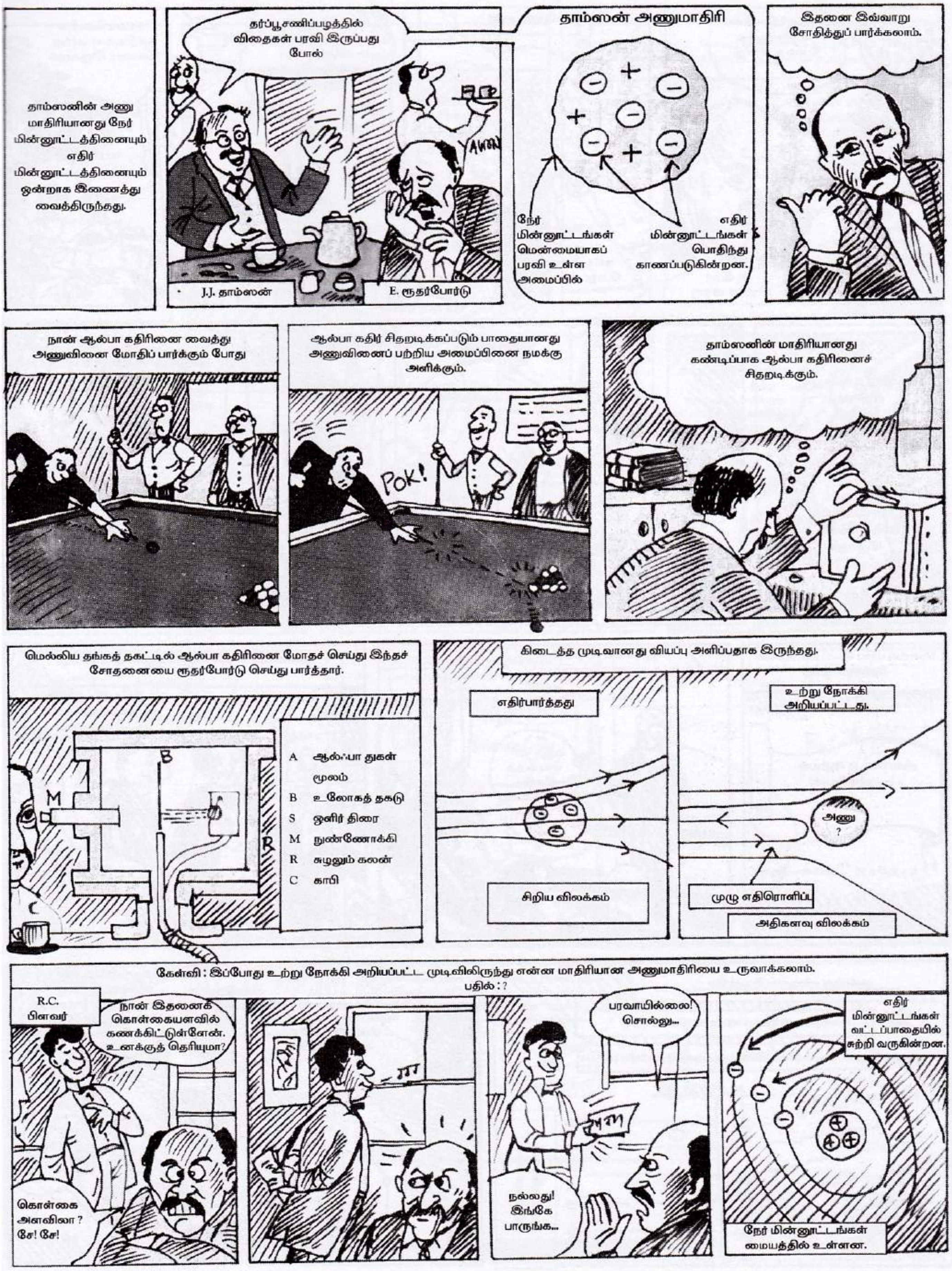


இயக்கத்தைப் பற்றிய விதிகளில் திருப்தி அடையாத ஐன்ஸ்டீன் இதனை மேலும் பொதுமைப்படுத்த விரும்பினார்.
ஏன் முடுக்கப்பட்ட குறிப்பாயங்கள் வித்தியாசமாக இயங்குகின்றன
உங்களால் நீங்கள் பயணம் செய்யும் புகைவண்டியானது முடுக்கப்பட்டுக் கொண்டிருக்கிறதா என்பதனை வெளியில் பார்க்காமலேயே கூற முடியும்.
?!?
எனவே சார்பியக்கத்தை நாம் பொதுமைப்படுத்த வேண்டும்.
ஐன்ஸ்டீன் மேலும் கூறினார்..
புவியீர்ப்பு விசையானது கீழே விழும் அனைத்துப் பொருட்களின் மீதும் ஒரே அளவாக உள்ளது.
என்னுடைய நிறைய கொள்கைகளைத் திருடியிருக்கிறார்
கலீலியோ
இதுவே முடுக்கப்பட்ட குறிப்பாயமாக இருந்தால்...
முடுக்கப்பட்ட குறிப்பாயத்தில் புவியீர்ப்பு விசை ஒரே மாதிரியாகத் தான் செயல்படுகிறது என நம்மால் கூற முடியுமா ?
g
g
ஐன்ஸ்டீன் புவியீர்ப்பு விசைக்கான தனது கொள்கையை வரையறுத்தார்...
என் கருத்துப்படி புவியீர்ப்பு விசையானது
காலமும் வெளியும் இணைந்து ஏற்படுத்தும் வளைவினால் உருவாவதாகும்.
காலம்
பூமி
சூரியன்
சூரியன் வெளியினை வளைக்கிறது. ஆனால் புவியானது நேர்க்கோட்டு பாதையில் இயங்குகிறது.
நேர் கோட்டுப் பாதையா?
பந்து நேர்கோட்டில் செல்கிறது என ஐன்ஸ்டின் சொல்வாரோ!
வரைபடத்தில் நேர்க்கோட்டுப் பாதை என்பது வளைவான பாதையைக் காட்டிலும் பெரியதாக இருக்கிறது.


விமானங்களின் பாதை ஏன் நேர்கோட்டுப்பாதையாக இல்லை? என்பதற்கான பதிலும் இதுவே...
நியுயார்க்
நிலநடுக் கோடு
மும்பை
பெரும் அரைக்கோள வட்டத்தின் ஒரு பகுதி
வளைந்த வெளியில் உள்ள வடிவியல் அளவானது சமவெளியில் உள்ள வடிவியல் அளவிலிருந்து வேறுபட்டதாக உள்ளது
A + B + C = 180°
சமதளத்தில் வடிவியல்
A + B + C > 180°
கோளத்தில் வடிவியல்
வெளியும் காலமும் பின்னிப் பிணைந்து உருவாகும் அமைப்பின் வளைவான வடிவியலைச் சரியாகக் கணக்கிட்டு ஐன்ஸ்டீன் தனது ஈர்ப்பு விசைக்கான கொள்கையை உருவாக்கினார்.
அவரால் புதன் கோளின் நிலையில்லாப் பாதையை விளக்க முடிந்தது.
புதன்
சுழற்சி அச்சின் மாற்றம் (Precession)
சூரியன்
ஐன்ஸ்டீன் கணக்கிட்ட புதன் கோளின் பாதை
ஒளியின் அலைநீளமானது சிகப்பை நோக்கி ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக நகர்வதை அவரால் விளக்க முடிந்தது.
நோக்குநர்
அலைநீளம் λ_2
அலைநீளம் λ_1
ஒளிமூலம்
1960 ல் சரியென நிருபிக்கப்பட்டது.
சூரியனின் அருகில் ஒளி செல்லும் போது அது தனது நேர்க்கோட்டு பாதையில் இருந்து விலகுகிறது.
நட்சத்திரத்தின் தோற்ற நிலை
நட்சத்திரத்தின் உண்மையான
சூரியன்
பூமி
பாருங்கள்! பேராசிரியர் எடிங்டன் உண்மையில் இது கணக்கில் கொள்ள வேண்டிய பிரச்சனை தானோ?
நிச்சயமாக!
சூரிய கிரகணத்தின் பாதை
இது விண்மீன்களின் பிம்பத்தின் நிலையில் சிறிதளவு மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இது 1919 ஆம் ஆண்டு ஏற்பட்ட முழுச் சூரியக் கிரகணத்தின் போது சரியெனக் கண்டறியப்பட்டது.
விண்மீன்களின் புகைப்படமானது சார்பியக்கத்திற்கு மிகப் பெரிய சான்றாக விளங்குகிறது.
மிகக் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் நன்றாக உள்ளது.
ஆமாம் மிகச் சிறந்த கொள்கை.
கொள்கையா? நான் புகைப்படத்தை அல்லவா கூறுகிறேன்.
நியூட்டன் காலத்தில் இருந்தே எந்தவொரு தனிமனிதரும் இத்தனை சாதனைகளையும் புகழையும் அடைந்தது இல்லை.
ஊப்...
ஆட்டோ--கிராப் ப்ளீஸ்.
எந்தச் சோப்பைப் பயன்படுத்து-கிறீர்கள்?
எங்களது புது கிளப்பிற்கு தலைவராக இருங்கள்.
எங்கள் கூட்டத்தில் வந்து பேசுங்கள்.
எங்கள் புது நாட்டிற்குத் தலைவராக இருங்கள்.
எனக்குக் கணவராக இருங்கள்.
அதிர்ஷ்டவசமாக ஐன்ஸ்டீன் அவரது இறப்பு வரை ஒரு நல்ல மனிதராக இருந்தார்.
பெப்பே!
!!!

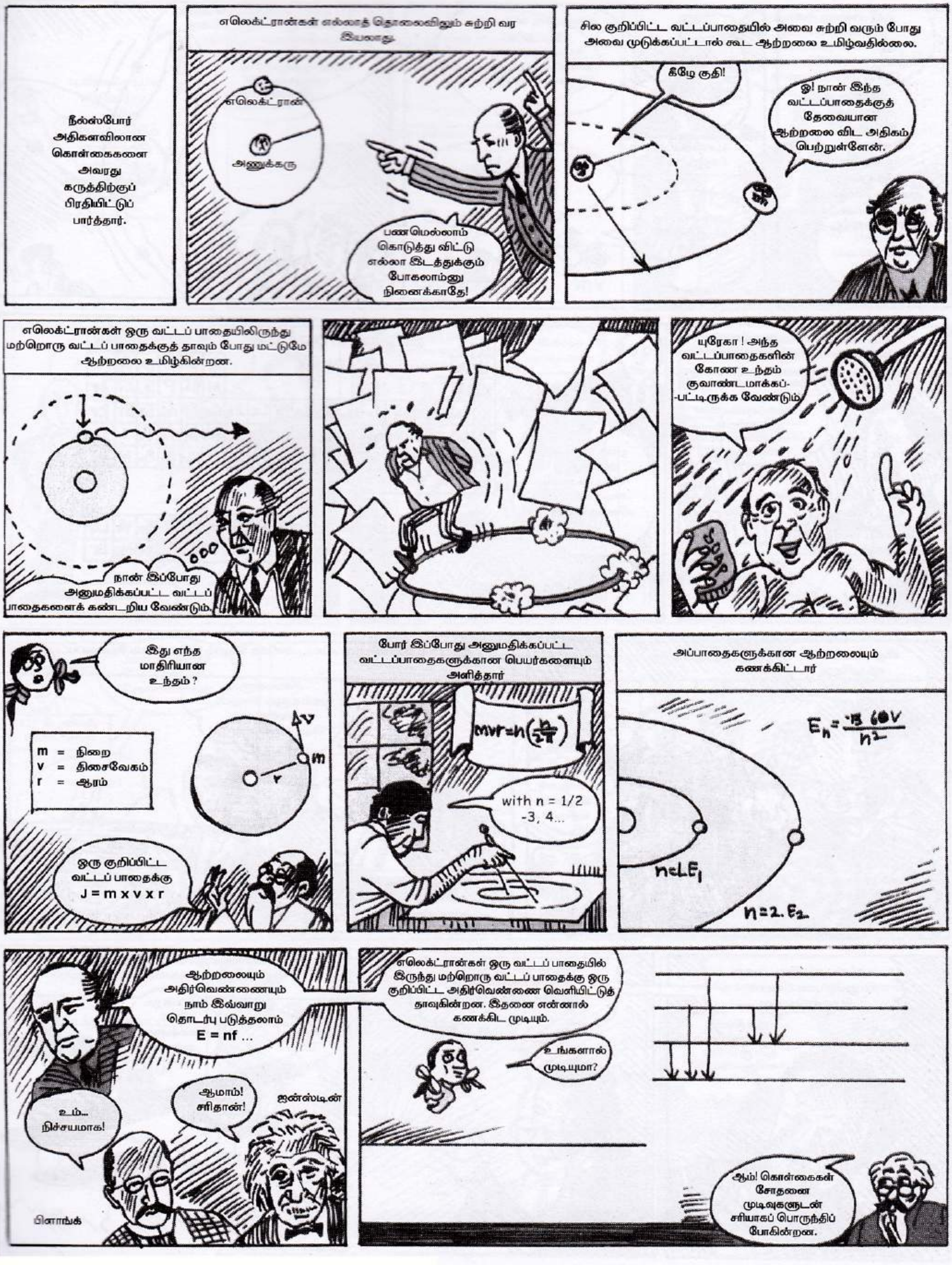
சார்பியக்கப் புரட்சி ஒரு பக்கம் நடந்து கொண்டிருக்கும் போது அறிவியல் அறிஞர்களின் ஒரு பிரிவினர் பொருள்களின் கட்டமைப்பினை அறிந்து கொள்ளும் முயற்சியில் ஈடுபட்டனர். இது இவ்வாறு தொடங்கியது...
சர் வில்லியம் குருக்ஸ் (1832- 1919)
அங்கே இருக்கிறது !
உயர் மின்னழுத்தம்
உயர் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட குழாயில் உள்ள கேதோடிலிருந்து வரும் கற்றையை அவர் கவனித்தார்.
கேத்தோடு கதிர்கள்
வெற்றிட-
-மாக்கும் பம்பு
கேத்தோடு
(-)
ஆனோடு
(+)
உயர்
மின்னழுத்தம்
இந்தக் கற்றைகள் நிழலை உருவாக்கு-
-கின்றன. குழாயின் மையத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள சக்கரத்தைச் சுழற்றுகின்றன.
அவை மின்காந்த அலைகளாக இருக்குமோ ?
ம்ம்...
அதனை ஓர் எளிதான வழியில் கண்டறியலாம்.
பாருங்கள்! அவை காந்தப் புலத்தினால் விலகுகின்றன. எனவே அவை மின்னூட்டம் பெற்ற கதிராகத் தான் இருக்கும்.
இருபதாண்டுகள் கழித்து J.J. தாம்சன் (1856-1940) அத்துகள்களின் நிறையைக் கண்டறிந்தார்.
இது ஹைட்ரஜனின் நிறையில் 1/1837 மடங்கு உள்ளது.
இக்கண்டுபிடிப்பு அணுத்துகள்களின் உலகைத் திறந்து வைத்ததது.
இதற்கு இடையில் குருக்ஸ் குழாயானது புதிய ஆச்சரியங்களுக்கு வழிவகுத்த து.
நான் இதனை ஒரு கருப்பு துணியால் மூடி வைக்கிறேன்.
W.K. ராண்ட்ஜன்
(1845-1923)
ஆ?
ஒளிப்படத்தாள் ஏன் ஒளிர்கிறது?
சரியான ஆய்விற்குப் பிறகு ராண்ட்ஜன் மிகச் சரியான முடிவிற்கு வந்தார்.
இது ஒரு புது வகையான கதிர்வீச்சு . இது பெரும்பாலான பொருட்களை ஊடுருவிச் செல்கிறது.
எக்ஸ் கதிர்கள்
கண்டிப்பாக மேடம். இது எக்ஸ் கதிரினால் ஊடுருவ முடியாத துணியாகும்.
துணி

எக்ஸ் கதிர்கள் மிகத் தீவிரமான ஆய்விற்கு உட்படுத்தப்பட்டன. A.H.பெக்யூரல் –பிரெஞ்ச் இயற்பியலாளர் ஒளிரும் பொருட்கள் எக்ஸ் கதிர்களை வெளியிடுகின்றன எனக் கருதினார்.
பெக்யூரல் மேலும் கூறினார்.
பொட்டாசியம் யுரேனல் சல்பேட்
எக்ஸ் கதிர்கள்
ஒளிரும் பொருட்கள் ஒளியினை உட்கவர்ந்து எக்ஸ் கதிர்களை வெளியிடுகின்றன.
கருப்பு தாளினால் சுற்றப்பட்ட ஒளிப்படத்தகடு
ஒரு மழைநாளில்...
அடடே!
ஏதோ ஒரு காரணத்தினால் அவர் ஒளிப்படத் தகடைக் கழுவிப் பார்த்தார். அவை சூரிய கதிரினால் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கும் எனக் கருதிய போதும்..
என்ன ஒளிப்படத் தகடு கதிரினால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளது போல் உள்ளது.
பெக்யூரல் ஒரு முடிவிற்கு வருவதற்கு நிர்ப்பந்திக்கப்பட்டார்.
யுரேனியம் சேர்மமானது தானாகவே கதிர்வீச்சினை வெளியிடுகிறது.
கதிரியக்கம்
இந்தக் கண்டுபிடிப்பானது கியூரி தம்பதியரால் மேம்படுத்தப்பட்டது.
என்ன வகையான கதிர்வீச்சு இது ?
பதில் வித்தியாசமாக இருந்தது.
மூன்று வகையான கதிர்வீச்சுகள் உள்ளன. அவை : ஆல்பா, பீட்டா, காமா
மூலம்
பீட்டா கதிர்
காந்தம்
ஆல்பா கதிர்
காமா கதிர்
மேரி நாம் கதிரியக்க மூலத்திலிருந்து கதிரியக்கத் தனிமத்தைத் தனியாகப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும்.
ம்ம்... ஆனால் அது கடினமான பணி
நீண்ட காலத்திற்குப் பிறகு அவர்கள் மிக வலிமையான கதிரியக்கத் தனிமமான ரேடியத்தை கதிரியக்க மூலத்திலிருந்து தனியாகப் பிரித்தெடுத்தனர்.
கதிரியக்கமானது பருப்பொருட்களின் புதிய பரிமாணத்தைத் திறந்து வைத்தது.
அணுக்கள் கண்டிப்பாக உள் கட்டமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.
தாம்சன்
நேர்மின்னூட்டத்தினால் ஆன ஒரு பந்தில் எதிர் மின்னூட்டங்கள் பொதிந்து காணப்படுகின்றன. ஆம். அணு இப்படித்தானிருக்க வேண்டும்.
நல்லது. ஆனால் எனக்குத் தெரியாது.

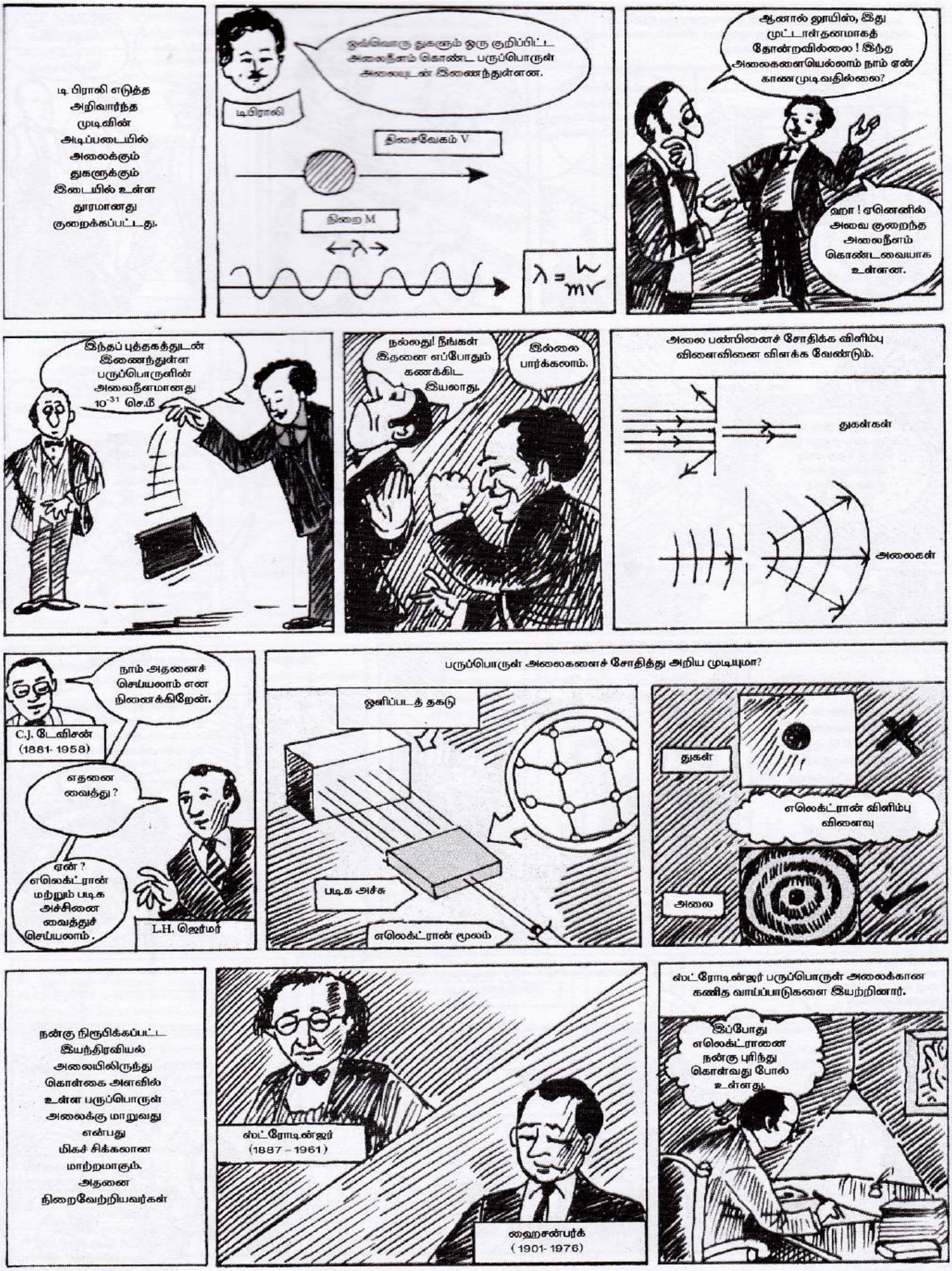


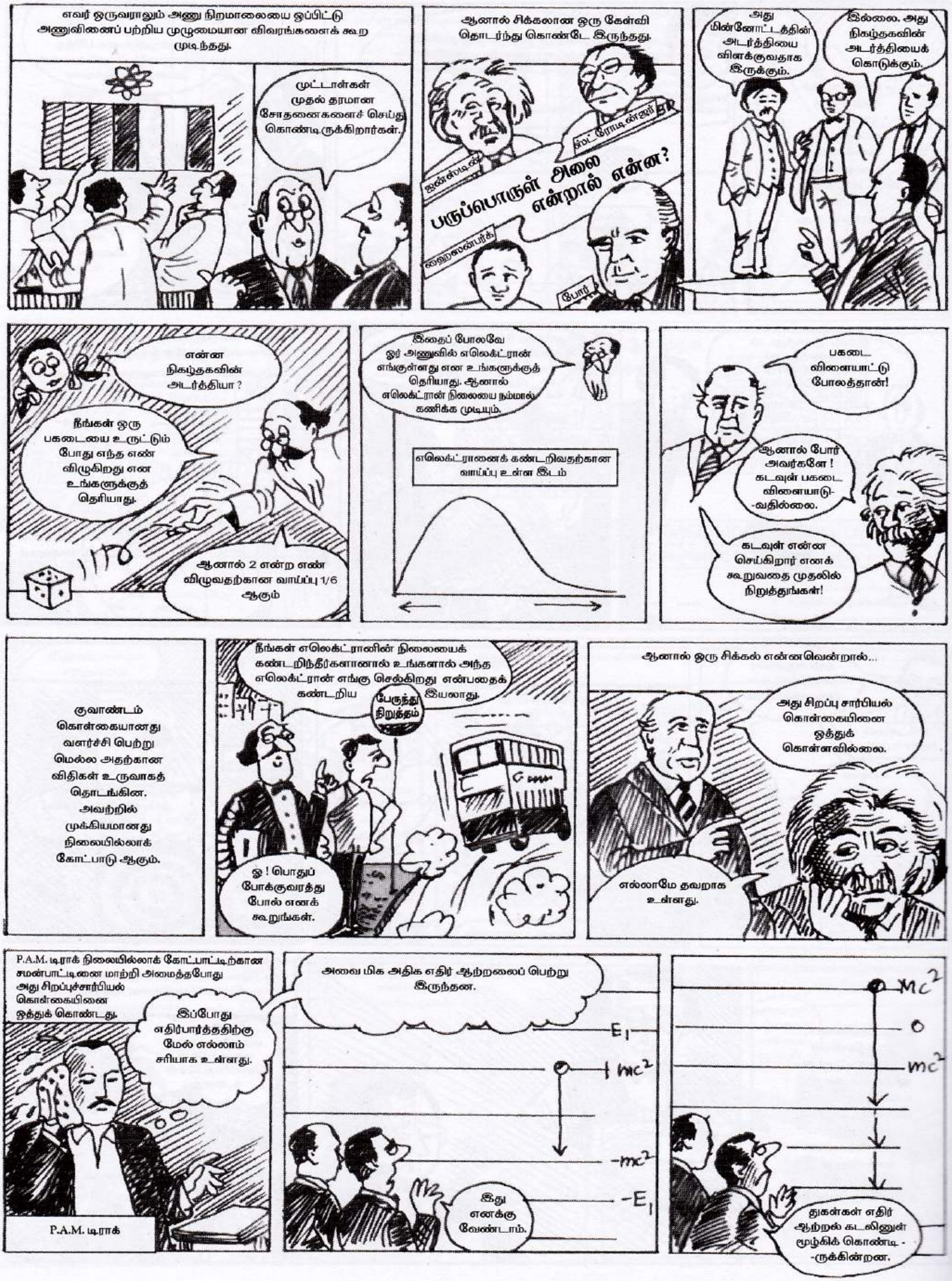
தாம்ஸனின் அணு மாதிரியானது நேர் மின்னூட்டத்தினையும் எதிர் மின்னூட்டத்தினையும் ஒன்றாக இணைத்து வைத்திருந்தது.
தர்ப்பூசணிப்பழத்தில் விதைகள் பரவி இருப்பது போல்
J.J. தாம்ஸன்
E. ரூதர்போர்டு
தாம்ஸன் அணுமாதிரி
நேர் மின்னூட்டங்கள் மென்மையாகப் பரவி உள்ள அமைப்பில்
எதிர் மின்னூட்டங்கள் பொதிந்து காணப்படுகின்றன.
இதனை இவ்வாறு சோதித்துப் பார்க்கலாம்.
நான் ஆல்பா கதிரினை வைத்து அணுவினை மோதிப் பார்க்கும் போது
ஆல்பா கதிர் சிதறடிக்கப்படும் பாதையானது அணுவினைப் பற்றிய அமைப்பினை நமக்கு அளிக்கும்.
POK!
தாம்ஸனின் மாதிரியானது கண்டிப்பாக ஆல்பா கதிரினைச் சிதறடிக்கும்.
மெல்லிய தங்கத் தகட்டில் ஆல்பா கதிரினை மோதச் செய்து இந்தச் சோதனையை ரூதர்போர்டு செய்து பார்த்தார்.
B
M
R
C
A ஆல்ஃபா துகள் மூலம்
B உலோகத் தகடு
S ஒளிர் திரை
M நுண்ணோக்கி
R சுழலும் கலன்
C காபி
கிடைத்த முடிவானது வியப்பு அளிப்பதாக இருந்தது.
எதிர்பார்த்தது
சிறிய விலக்கம்
உற்று நோக்கி அறியப்பட்டது.
அணு ?
முழு எதிரொளிப்பு
அதிகளவு விலக்கம்
கேள்வி : இப்போது உற்று நோக்கி அறியப்பட்ட முடிவிலிருந்து என்ன மாதிரியான அணுமாதிரியை உருவாக்கலாம்.
பதில் : ?
R.C. பிளவர்
நான் இதனைக் கொள்கையளவில் கணக்கிட்டுள்ளேன். உனக்குத் தெரியுமா?
கொள்கை அளவிலா ? சே! சே!
பரவாயில்லை! சொல்லு...
நல்லது! இங்கே பாருங்க...
எதிர் மின்னூட்டங்கள் வட்டப்பாதையில் சுற்றி வருகின்றன.
நேர் மின்னூட்டங்கள் மையத்தில் உள்ளன.

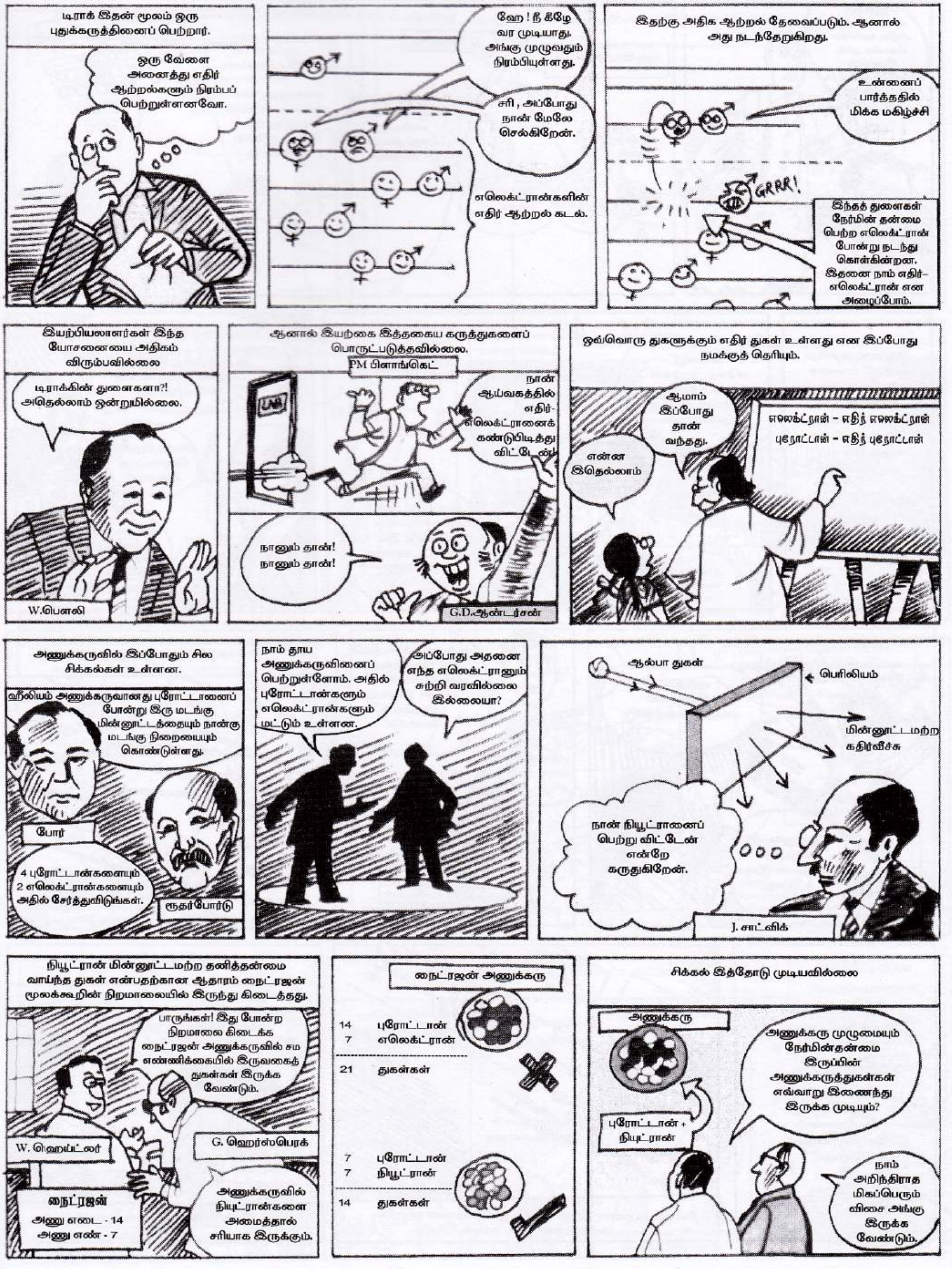
நல்லது ! கோள்கள் சுற்றிவருவது போல் உள்ளது.
ம்ம்.. ஆனால் நான் இதனை அவ்வளவாக விரும்பவில்லை.
N. போர் (1885-1962)
எலெக்ட்ரான்
நியூக்ளியஸ்
ஒளி
ஆனால் எலெக்ட்ரான்கள் வட்டப்பாதையில் சுற்றி வரும் போது அவை ஆற்றலை இழக்க நேரிடும்.
எனவே நமது விதிகளின்படி அணு என்ற ஒன்றே இருக்க இயலாது.
அப்படியெனில் விதிகளை மாற்ற வேண்டி இருக்கும்.
போர் எவ்வாறு விதிகளை மாற்றி அமைத்தார் என நாம் அறிவதற்குச் சிறிது காலம் நாம் பின்னோக்கிச் செல்ல வேண்டி இருக்கும்
கொள்கைப்படி
E
உற்றுநோக்கியது
f
நமது விதிகளால் கதிர்வீச்சினைச் சரியாக விளக்க இயலாது. நாம் அவற்றை மாற்றி அமைப்போம்.
M. பிளாங்க் (1858-1947)
அணுத்துகள்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவின் (குவாண்டா) மடங்கில் ஆற்றலை உட்கவர்ந்து குவாண்டாவின் மடங்குகளிலேயே ஆற்றலை உமிழ்கின்றன.
பிளாங்க் புதிய கோட்பாட்டினை வெளியிட்டார்.
குவாண்டம் ஆற்றல் = h· அதிர்வெண்
$h = 6.6 \times 10^{-27}$ எர்க்ஸ். விநாடி
குவாண்டா என்றால் உண்மையில் என்ன ?
ம்ஹூ-ம்... எனக்குத் தெரிய--வில்லை
குவாண்டா அதிக விடயங்களை விளக்கியது.
ஒரு வேளை கதிர்வீச்சு குவாண்டமாக்கப்--பட்டிருக்கலாம்.
உனக்கும் தெரியாது இல்லையா?
ஒளியின் விளைவு போன்றே
மரபு இயற்பியல் : ஆற்றல்(E) α செறிவு
குவாண்டம் இயற்பியல் : ஆற்றல்(E) α அதிர்வெண்
ஒளி
உலோகம்
அதிர்வெண் f
E ஆற்றல் கொண்ட எலெக்ட்ரான்கள்
போர் இவ்வாறு சிந்தித்தார்...
கதிர்வீசும் ஆற்றலானது குவாண்டமாக்கப்--பட்டிருந்தால்...
அணுவில் உள்ள எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலும் ஏன் அவ்வாறு செய்யப்பட்டிருக்கக் கூடாது?

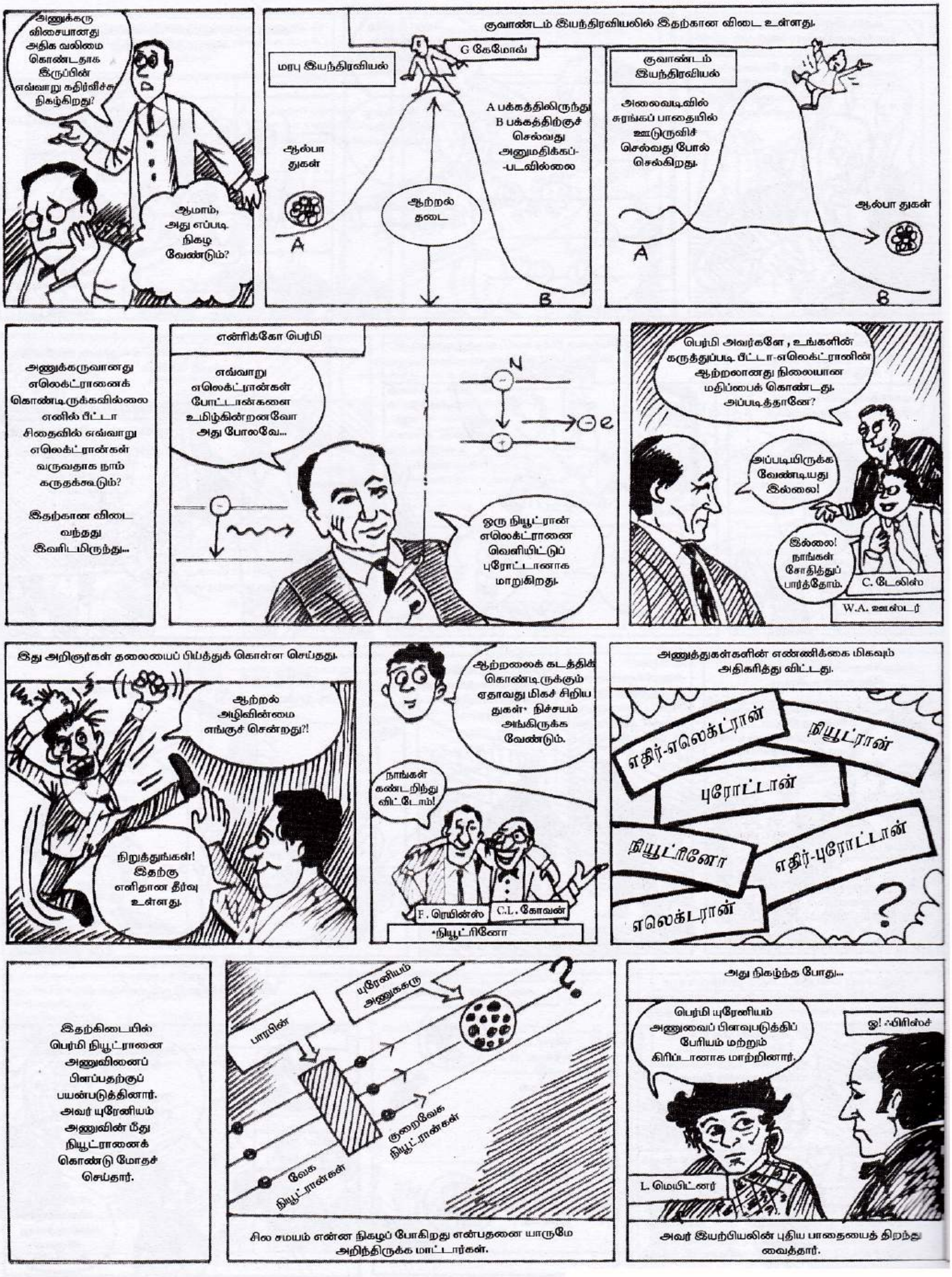

நீல்ஸ்போர் அதிகளவிலான கொள்கைகளை அவரது கருத்திற்குப் பிரதியிட்டுப் பார்த்தார்.
எலெக்ட்ரான்கள் எல்லாத் தொலைவிலும் சுற்றி வர இயலாது.
எலெக்ட்ரான்
அணுக்கரு
பணமெல்லாம் கொடுத்து விட்டு எல்லா இடத்துக்கும் போகலாம்னு நினைக்காதே!
சில குறிப்பிட்ட வட்டப்பாதையில் அவை சுற்றி வரும் போது அவை முடுக்கப்பட்டால் கூட ஆற்றலை உமிழ்வதில்லை.
கீழே குதி!
ஓ! நான் இந்த வட்டப்பாதைக்குத் தேவையான ஆற்றலை விட அதிகம் பெற்றுள்ளேன்.
எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு வட்டப் பாதையிலிருந்து மற்றொரு வட்டப் பாதைக்குத் தாவும் போது மட்டுமே ஆற்றலை உமிழ்கின்றன.
நான் இப்போது அனுமதிக்கப்பட்ட வட்டப் பாதைகளைக் கண்டறிய வேண்டும்.
யுரேகா ! அந்த வட்டப்பாதைகளின் கோண உந்தம் குவாண்டமாக்கப்-பட்டிருக்க வேண்டும்.
SOAP
இது எந்த மாதிரியான உந்தம் ?
m = நிறை
v = திசைவேகம்
r = ஆரம்
v
m
r
ஒரு குறிப்பிட்ட வட்டப் பாதைக்கு J = m x v x r
போர் இப்போது அனுமதிக்கப்பட்ட வட்டப்பாதைகளுக்கான பெயர்களையும் அளித்தார்
$mvr = n\left(\frac{h}{2\pi}\right)$
with n = 1/2 -3, 4...
அப்பாதைகளுக்கான ஆற்றலையும் கணக்கிட்டார்
$E_n = \frac{-13.6eV}{n^2}$
n=1.E1
n=2. E2
ஆற்றலையும் அதிர்வெண்ணையும் நாம் இவ்வாறு தொடர்பு படுத்தலாம் E = nf ...
உம்... நிச்சயமாக!
ஆமாம்! சரிதான்!
ஐன்ஸ்டின்
பிளாங்க்
எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு வட்டப் பாதையில் இருந்து மற்றொரு வட்டப் பாதைக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணை வெளியிட்டுத் தாவுகின்றன. இதனை என்னால் கணக்கிட முடியும்.
உங்களால் முடியுமா?
ஆம்! கொள்கைகள் சோதனை முடிவுகளுடன் சரியாகப் பொருந்திப் போகின்றன.

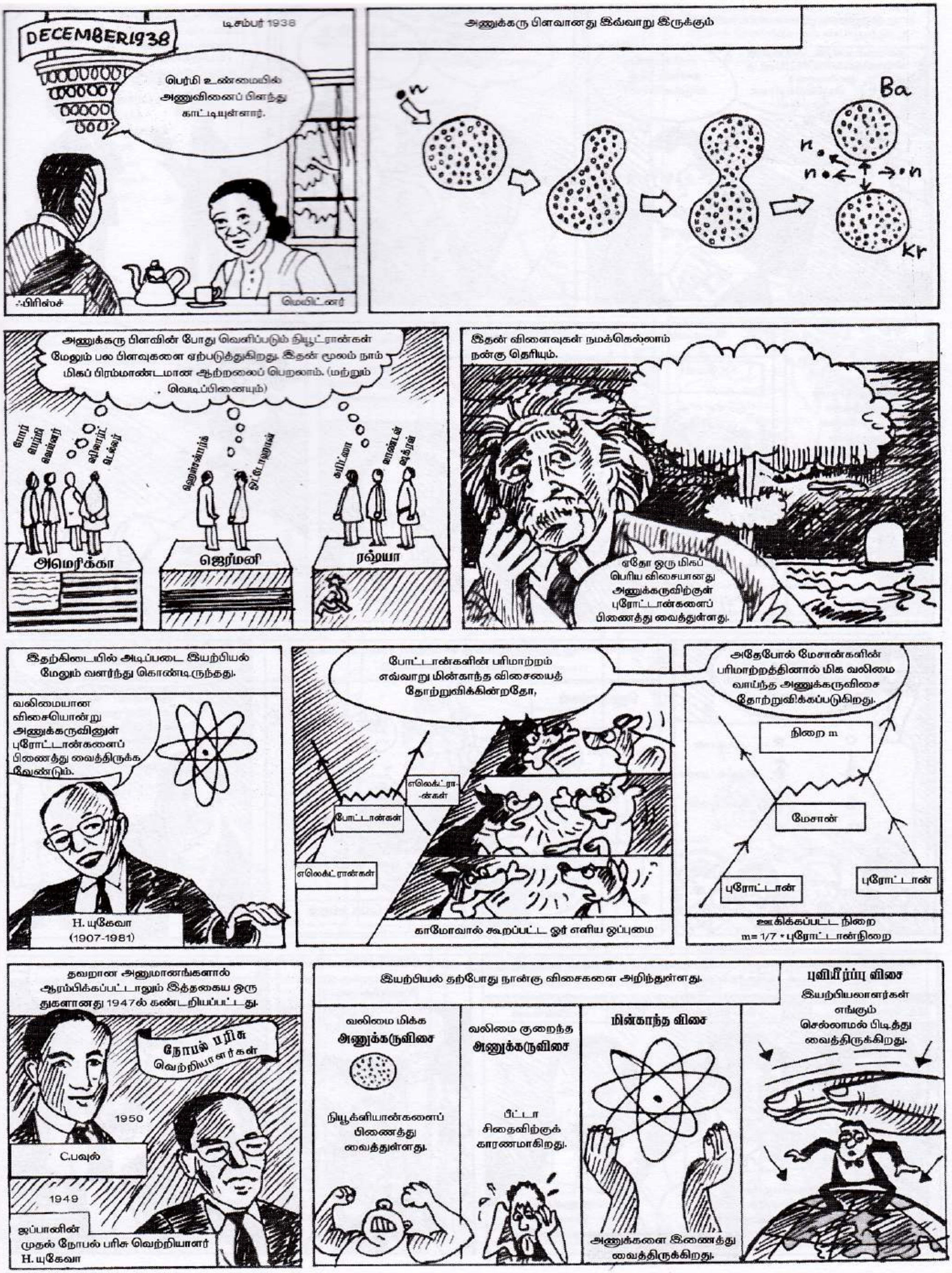
மேலும் அதிகரித்த சிக்கல்கள் சரியான புரிதலுக்கு வழிவகுத்தன. முதலில் சாமர்பீல்டு நீள்வட்டப்பாதையை அறிமுகப்படுத்தினார்
அங்கு ஒரே விதமான ஆற்றலுக்கு வட்டப் பாதையும் நீள்வட்டப் பாதையும் காணப்படுகின்றன.
M.சாமர்பீல்டு (1868-1951)
நான் அப்பவே சொன்னேன் தானே!
கெப்ளர்
ஆம்! நான் முன்பே சொல்லி வந்தது போலத்தான். n = 1 என்ற மதிப்பிற்கு ஒரு வட்டப்பாதையும் n=2 என்ற மதிப்பிற்கு ஒரு வட்டப்பாதை--யையும் மூன்று நீள்வட்டப்--பாதைகளையும் கொண்டுள்ளன.
பிறகு பௌலியின் தவிர்த்தல் கொள்கையானது வந்தது.
நீங்கள் இரண்டிற்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்களை ஒரு வட்டப் பாதையில் வைக்க இயலாது.
ஏன்?
W. பௌலி (1900-1958)
ஏன்னா, அங்கே ஒரே கூட்டமாயிருக்கு! அதோட...
நான் இதனை ஆவர்த்தன அட்டவணை அடிப்படையில் விளக்க இயலும்.
தனி மங்களின் ஆவர்த்தன அட்டவணை
பௌலி விளக்கினார்.
இது தலையைச் சுற்றுகிறது.
சுற்றுப் பாதைகள் எல்லாம் என்ன ?
ஆமாம் ஆனாலும் அவர்கள் இதனை ஆராய்ந்தார்கள்.
இது இன்னும் சரியான விடை அளிக்க மேலும் சிறிது காலம் தேவைப்பட்டது.
அலைகளும் துகள்களும் வேறுபட்ட பண்பினைக் கொண்டுள்ளனவா?
L.டி பிராலி
மின்காந்த அலைகள் துகள் பண்பினைக் கொண்டுள்ளன.
பிறகு ஏன் துகள்கள் அலைப்பண்பினைக் கொண்டிருக்கக் கூடாது?
எலெக்ட்ரான்களை ஓர் அலையாகக் கருதினால் நாம் போரின் கொள்கைகளை விளக்கமுடியும்.
என்னது! போர் கொள்கை--யையா?

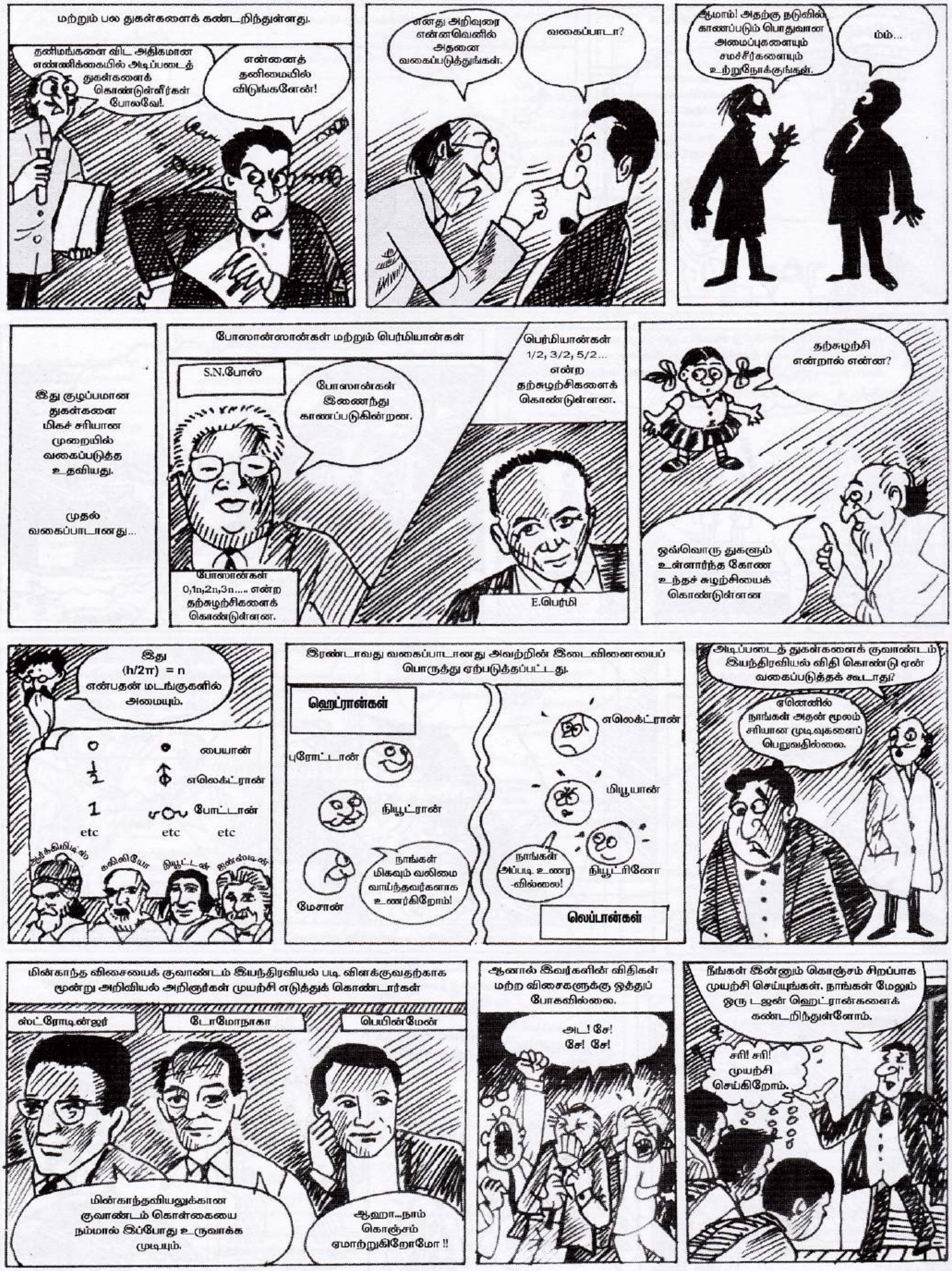

டி பிராலி எடுத்த
அறிவார்ந்த
முடிவின்
அடிப்படையில்
அலைக்கும்
துகளுக்கும்
இடையில் உள்ள
தூரமானது
குறைக்கப்பட்டது.
ஒவ்வொரு துகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட
அலைநீளம் கொண்ட பருப்பொருள்
அலையுடன் இணைந்துள்ளன.
டிபிராலி
திசைவேகம் V
நிறை M
λ
λ = h/mv
ஆனால் லூயிஸ், இது
முட்டாள்தனமாகத்
தோன்றவில்லை ! இந்த
அலைகளையெல்லாம் நாம் ஏன்
காணமுடிவதில்லை?
ஹா ! ஏனெனில்
அவை குறைந்த
அலைநீளம்
கொண்டவையாக
உள்ளன.
இந்தப் புத்தகத்துடன்
இணைந்துள்ள
பருப்பொருளின்
அலைநீளமானது
10⁻³¹ செ.மீ
நல்லது! நீங்கள்
இதனை எப்போதும்
கணக்கிட
இயலாது.
இல்லை
பார்க்கலாம்.
அலை பண்பினைச் சோதிக்க விளிம்பு
விளைவினை விளக்க வேண்டும்.
துகள்கள்
அலைகள்
நாம் அதனைச்
செய்யலாம் என
நினைக்கிறேன்.
C.J. டேவிசன்
(1881- 1958)
எதனை
வைத்து ?
ஏன் ?
எலெக்ட்ரான்
மற்றும் படிக
அச்சினை
வைத்துச்
செய்யலாம்.
L.H. ஜெர்மர்
பருப்பொருள் அலைகளைச் சோதித்து அறிய முடியுமா?
ஒளிப்படத் தகடு
படிக அச்சு
எலெக்ட்ரான் மூலம்
துகள்
எலெக்ட்ரான் விளிம்பு
விளைவு
அலை
நன்கு நிரூபிக்கப்பட்ட
இயந்திரவியல்
அலையிலிருந்து
கொள்கை அளவில்
உள்ள பருப்பொருள்
அலைக்கு மாறுவது
என்பது
மிகச் சிக்கலான
மாற்றமாகும்.
அதனை
நிறைவேற்றியவர்கள்
ஸ்ட்ரோடின்ஜர்
(1887 – 1961)
ஹைசன்பர்க்
(1901- 1976)
ஸ்ட்ரோடின்ஜர் பருப்பொருள் அலைக்கான
கணித வாய்ப்பாடுகளை இயற்றினார்.
இப்போது
எலெக்ட்ரானை
நன்கு புரிந்து
கொள்வது போல்
உள்ளது.


எவர் ஒருவராலும் அணு நிறமாலையை ஒப்பிட்டு அணுவினைப் பற்றிய முழுமையான விவரங்களைக் கூற முடிந்தது.
முட்டாள்கள் முதல் தரமான சோதனைகளைச் செய்து கொண்டிருக்கிறார்கள்.
ஆனால் சிக்கலான ஒரு கேள்வி தொடர்ந்து கொண்டே இருந்தது.
ஐன்ஸ்டின்
ஸ்ட்ரோடின்ஜர்
பருப்பொருள் அலை என்றால் என்ன?
ஹைசன்பர்க்
போர்
அது மின்னோட்டத்தின் அடர்த்தியை விளக்குவதாக இருக்கும்.
இல்லை. அது நிகழ்தகவின் அடர்த்தியைக் கொடுக்கும்.
என்ன நிகழ்தகவின் அடர்த்தியா ?
நீங்கள் ஒரு பகடையை உருட்டும் போது எந்த எண் விழுகிறது என உங்களுக்குத் தெரியாது.
ஆனால் 2 என்ற எண் விழுவதற்கான வாய்ப்பு 1/6 ஆகும்
இதைப் போலவே ஓர் அணுவில் எலெக்ட்ரான் எங்குள்ளது என உங்களுக்குத் தெரியாது. ஆனால் எலெக்ட்ரான் நிலையை நம்மால் கணிக்க முடியும்.
எலெக்ட்ரானைக் கண்டறிவதற்கான வாய்ப்பு உள்ள இடம்
பகடை விளையாட்டு போலத்தான்!
ஆனால் போர் அவர்களே ! கடவுள் பகடை விளையாடு-வதில்லை.
கடவுள் என்ன செய்கிறார் எனக் கூறுவதை முதலில் நிறுத்துங்கள்!
குவாண்டம் கொள்கையானது வளர்ச்சி பெற்று மெல்ல அதற்கான விதிகள் உருவாகத் தொடங்கின. அவற்றில் முக்கியமானது நிலையில்லாக் கோட்பாடு ஆகும்.
நீங்கள் எலெக்ட்ரானின் நிலையைக் கண்டறிந்தீர்களானால் உங்களால் அந்த எலெக்ட்ரான் எங்கு செல்கிறது என்பதைக் கண்டறிய இயலாது.
பேருந்து நிறுத்தம்
ஓ ! பொதுப் போக்குவரத்து போல் எனக் கூறுங்கள்.
ஆனால் ஒரு சிக்கல் என்னவென்றால்...
அது சிறப்பு சார்பியல் கொள்கையினை ஒத்துக் கொள்ளவில்லை.
எல்லாமே தவறாக உள்ளது.
P.A.M. டிராக் நிலையில்லாக் கோட்பாட்டிற்கான சமன்பாட்டினை மாற்றி அமைத்தபோது அது சிறப்புச்சார்பியல் கொள்கையினை ஒத்துக் கொண்டது.
இப்போது எதிர்பார்த்ததிற்கு மேல் எல்லாம் சரியாக உள்ளது.
P.A.M. டிராக்
அவை மிக அதிக எதிர் ஆற்றலைப் பெற்று இருந்தன.
E_1
mc^2
$-mc^2$
$-E_1$
இது எனக்கு வேண்டாம்.
Mc^2
0
mc^2
துகள்கள் எதிர் ஆற்றல் கடலினுள் மூழ்கிக் கொண்டி--ருக்கின்றன.

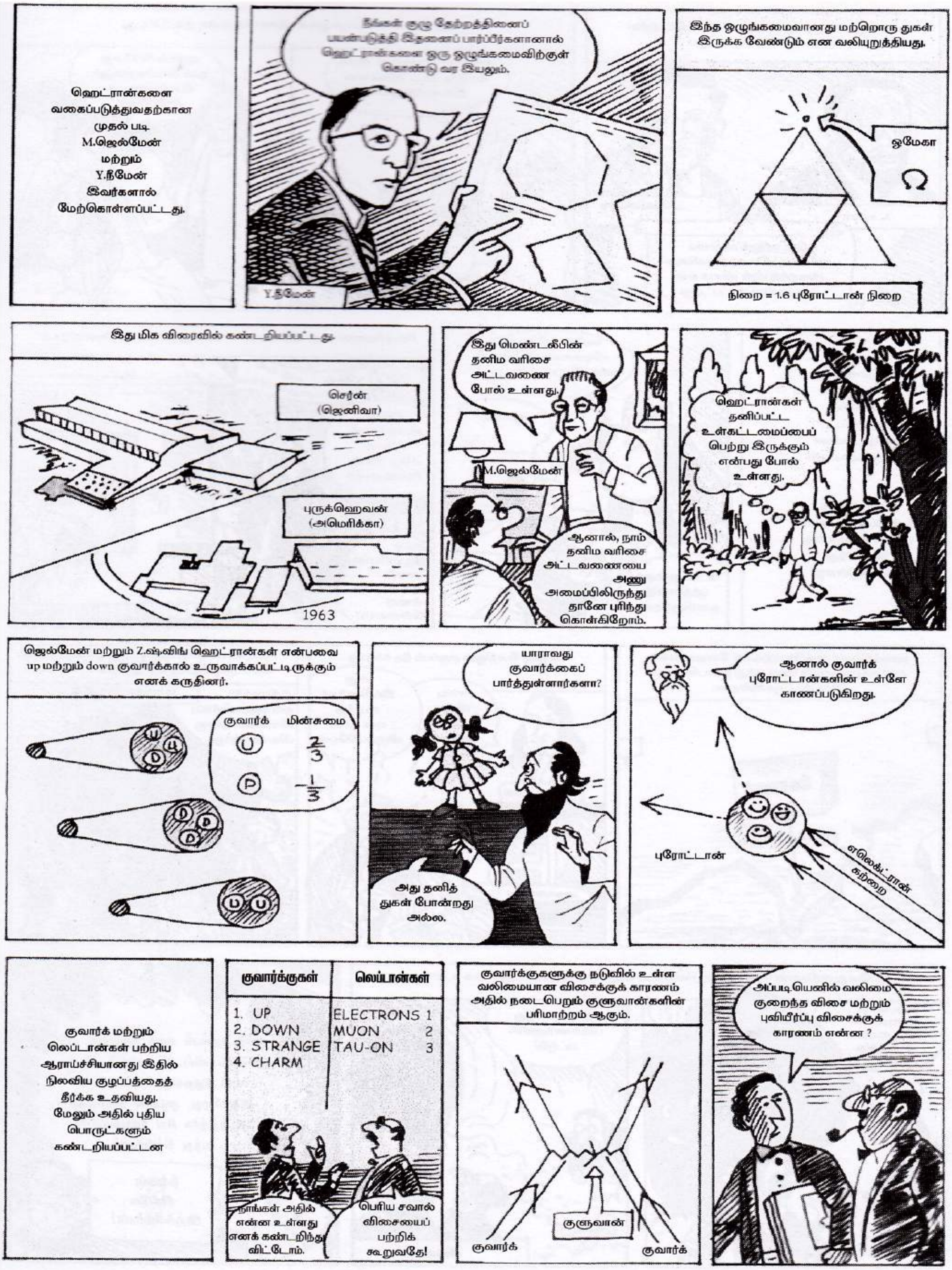

டிராக் இதன் மூலம் ஒரு புதுக்கருத்தினைப் பெற்றார்.
ஒரு வேளை அனைத்து எதிர் ஆற்றல்களும் நிரம்பப் பெற்றுள்ளனவோ.
ஹே ! நீ கீழே வர முடியாது. அங்கு முழுவதும் நிரம்பியுள்ளது.
சரி , அப்போது நான் மேலே செல்கிறேன்.
எலெக்ட்ரான்களின் எதிர் ஆற்றல் கடல்.
இதற்கு அதிக ஆற்றல் தேவைப்படும். ஆனால் அது நடந்தேறுகிறது.
உன்னைப் பார்த்ததில் மிக்க மகிழ்ச்சி
GRRR!
இந்தத் துளைகள் நேர்மின் தன்மை பெற்ற எலெக்ட்ரான் போன்று நடந்து கொள்கின்றன. இதனை நாம் எதிர்–எலெக்ட்ரான் என அழைப்போம்.
இயற்பியலாளர்கள் இந்த யோசனையை அதிகம் விரும்பவில்லை
டிராக்கின் துளைகளா?! அதெல்லாம் ஒன்றுமில்லை.
W.பௌலி
ஆனால் இயற்கை இத்தகைய கருத்துகளைப் பொருட்படுத்தவில்லை.
PM பிளாங்கெட்
LAB
நான் ஆய்வகத்தில் எதிர்-எலெக்ட்ரானைக் கண்டுபிடித்து விட்டேன்
நானும் தான்! நானும் தான்!
G.D.ஆன்டர்சன்
ஒவ்வொரு துகளுக்கும் எதிர் துகள் உள்ளது என இப்போது நமக்குத் தெரியும்.
ஆமாம் இப்போது தான் வந்தது.
என்ன இதெல்லாம்
எலெக்ட்ரான் – எதிர் எலெக்ட்ரான்
புரோட்டான் – எதிர் புரோட்டான்
அணுக்கருவில் இப்போதும் சில சிக்கல்கள் உள்ளன.
ஹீலியம் அணுக்கருவானது புரோட்டானைப் போன்று இரு மடங்கு மின்னூட்டத்தையும் நான்கு மடங்கு நிறையையும் கொண்டுள்ளது.
போர்
4 புரோட்டான்களையும் 2 எலெக்ட்ரான்களையும் அதில் சேர்த்துவிடுங்கள்.
ரூதர்போர்டு
நாம் தூய அணுக்கருவினைப் பெற்றுள்ளோம். அதில் புரோட்டான்களும் எலெக்ட்ரான்களும் மட்டும் உள்ளன.
அப்போது அதனை எந்த எலெக்ட்ரானும் சுற்றி வரவில்லை இல்லையா?
ஆல்பா துகள்
பெரிலியம்
மின்னூட்டமற்ற கதிர்வீச்சு
நான் நியூட்ரானைப் பெற்று விட்டேன் என்றே கருதுகிறேன்.
J. சாட்விக்
நியூட்ரான் மின்னூட்டமற்ற தனித்தன்மை வாய்ந்த துகள் என்பதற்கான ஆதாரம் நைட்ரஜன் மூலக்கூறின் நிறமாலையில் இருந்து கிடைத்தது.
பாருங்கள்! இது போன்ற நிறமாலை கிடைக்க நைட்ரஜன் அணுக்கருவில் சம எண்ணிக்கையில் இருவகைத் துகள்கள் இருக்க வேண்டும்.
W. ஹெய்ட்லர்
G. ஹெர்ஸ்பெர்க்
நைட்ரஜன்
அணு எடை - 14
அணு எண் - 7
அணுக்கருவில் நியூட்ரான்களை அமைத்தால் சரியாக இருக்கும்.
நைட்ரஜன் அணுக்கரு
14 புரோட்டான்
7 எலெக்ட்ரான்
21 துகள்கள்
7 புரோட்டான்
7 நியூட்ரான்
14 துகள்கள்
சிக்கல் இத்தோடு முடியவில்லை
அணுக்கரு
புரோட்டான் + நியூட்ரான்
அணுக்கரு முழுமையும் நேர்மின்தன்மை இருப்பின் அணுக்கருத்துகள்கள் எவ்வாறு இணைந்து இருக்க முடியும்?
நாம் அறிந்திராத மிகப்பெரும் விசை அங்கு இருக்க வேண்டும்.


அணுக்கரு விசையானது அதிக வலிமை கொண்டதாக இருப்பின் எவ்வாறு கதிர்வீச்சு நிகழ்கிறது?
ஆமாம், அது எப்படி நிகழ வேண்டும்?
குவாண்டம் இயந்திரவியலில் இதற்கான விடை உள்ளது.
G கேமோவ்
மரபு இயந்திரவியல்
ஆல்பா துகள்
A பக்கத்திலிருந்து B பக்கத்திற்குச் செல்வது அனுமதிக்கப்- -படவில்லை
ஆற்றல் தடை
A
B
குவாண்டம் இயந்திரவியல்
அலைவடிவில் சுரங்கப் பாதையில் ஊடுருவிச் செல்வது போல் செல்கிறது.
ஆல்பா துகள்
A
B
அணுக்கருவானது எலெக்ட்ரானைக் கொண்டிருக்கவில்லை எனில் பீட்டா சிதைவில் எவ்வாறு எலெக்ட்ரான்கள் வருவதாக நாம் கருதக்கூடும்?
இதற்கான விடை வந்தது இவரிடமிருந்து...
என்ரிக்கோ பெர்மி
எவ்வாறு எலெக்ட்ரான்கள் போட்டான்களை உமிழ்கின்றனவோ அது போலவே...
N
e
ஒரு நியூட்ரான் எலெக்ட்ரானை வெளியிட்டுப் புரோட்டானாக மாறுகிறது.
பெர்மி அவர்களே, உங்களின் கருத்துப்படி பீட்டா-எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலானது நிலையான மதிப்பைக் கொண்டது. அப்படித்தானே?
அப்படியிருக்க வேண்டியது இல்லை!
இல்லை! நாங்கள் சோதித்துப் பார்த்தோம்.
C. டேலிஸ்
W.A. ஊஸ்டர்
இது அறிஞர்கள் தலையைப் பிய்த்துக் கொள்ள செய்தது.
ஆற்றல் அழிவின்மை எங்குச் சென்றது?!
நிறுத்துங்கள்! இதற்கு எளிதான தீர்வு உள்ளது.
ஆற்றலைக் கடத்திக் கொண்டிருக்கும் ஏதாவது மிகச் சிறிய துகள்* நிச்சயம் அங்கிருக்க வேண்டும்.
நாங்கள் கண்டறிந்து விட்டோம்!
F. ரெயின்ஸ்
C.L. கோவன்
*நியூட்ரினோ
அணுத்துகள்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் அதிகரித்து விட்டது.
எதிர்-எலெக்ட்ரான்
நியூட்ரான்
புரோட்டான்
நியூட்ரினோ
எதிர்-புரோட்டான்
எலெக்டரான்
?
இதற்கிடையில் பெர்மி நியூட்ரானை அணுவினைப் பிளப்பதற்குப் பயன்படுத்தினார். அவர் யுரேனியம் அணுவின் மீது நியூட்ரானைக் கொண்டு மோதச் செய்தார்.
பாரபின்
யுரேனியம் அணுகரு
குறைவேக நியூட்ரான்கள்
வேக நியூட்ரான்கள்
?
சில சமயம் என்ன நிகழப் போகிறது என்பதனை யாருமே அறிந்திருக்க மாட்டார்கள்.
அது நிகழ்ந்த போது...
பெர்மி யுரேனியம் அணுவைப் பிளவுபடுத்திப் பேரியம் மற்றும் கிரிப்டானாக மாற்றினார்.
ஓ! ஃபிரிஸ்ச்
L. மெயிட்னர்
அவர் இயற்பியலின் புதிய பாதையைத் திறந்து வைத்தார்.

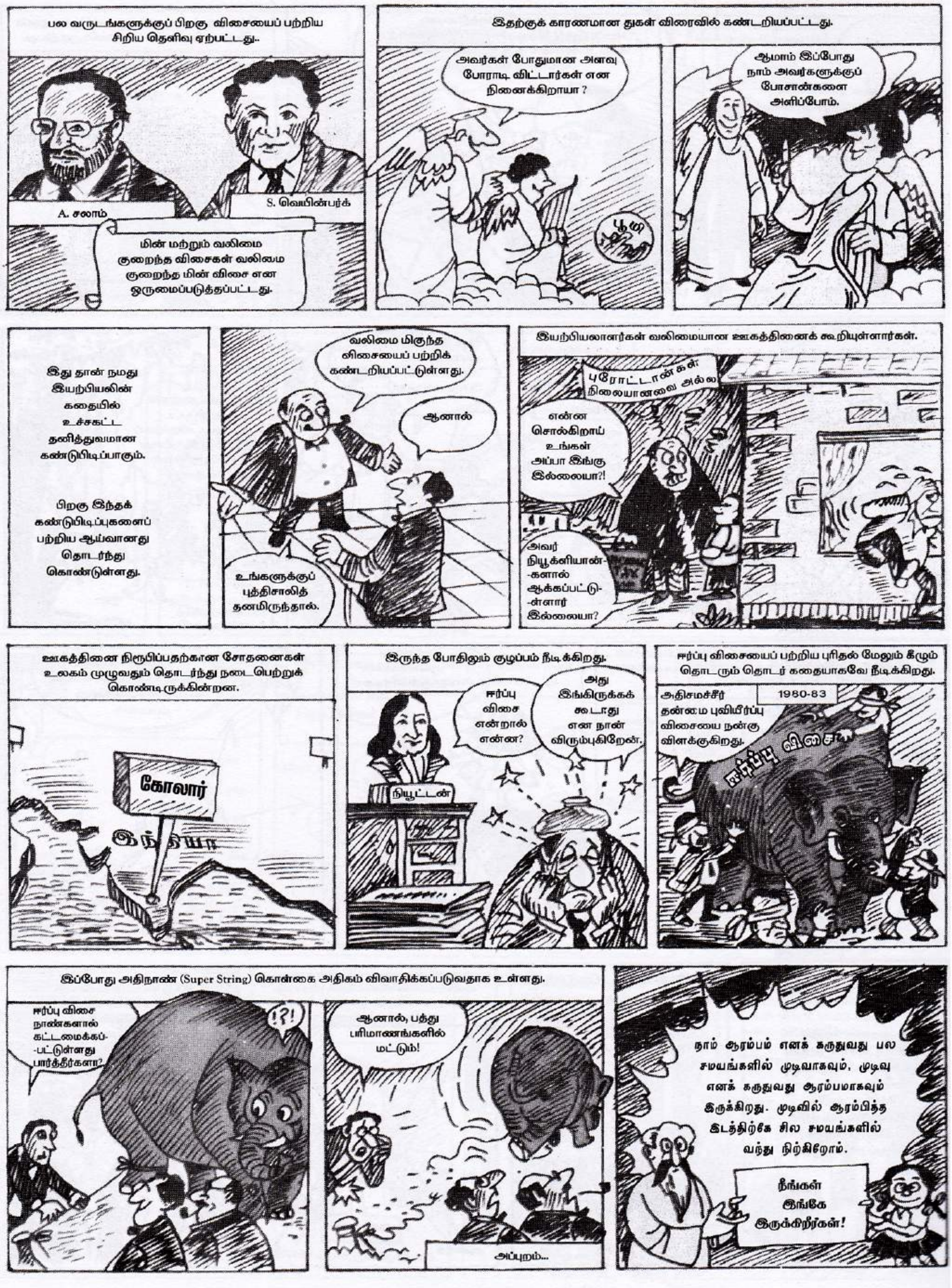

DECEMBER1938
டிசம்பர் 1938
பெர்மி உண்மையில் அணுவினைப் பிளந்து காட்டியுள்ளார்.
∴பிரிஸ்ச்
மெயிட்னர்
அணுக்கரு பிளவானது இவ்வாறு இருக்கும்
n
Ba
n
n
n
Kr
அணுக்கரு பிளவின் போது வெளிப்படும் நியூட்ரான்கள் மேலும் பல பிளவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. இதன் மூலம் நாம் மிகப் பிரம்மாண்டமான ஆற்றலைப் பெறலாம். (மற்றும் வெடிப்பினையும்)
போர்
பெர்மி
வெய்னர்
ஸிலார்ட்
டெல்லர்
ஹெய்சன்பர்க்
ஓட்டோ ஹான்
கபிட்ஸா
லாண்டவ்
அமெரிக்கா
ஜெர்மனி
ரஷ்யா
இதன் விளைவுகள் நமக்கெல்லாம் நன்கு தெரியும்.
ஏதோ ஒரு மிகப் பெரிய விசையானது அணுக்கருவிற்குள் புரோட்டான்களைப் பிணைத்து வைத்துள்ளது.
இதற்கிடையில் அடிப்படை இயற்பியல் மேலும் வளர்ந்து கொண்டிருந்தது.
வலிமையான விசையொன்று அணுக்கருவினுள் புரோட்டான்களைப் பிணைத்து வைத்திருக்க வேண்டும்.
H. யுகேவா (1907-1981)
போட்டான்களின் பரிமாற்றம் எவ்வாறு மின்காந்த விசையைத் தோற்றுவிக்கின்றதோ,
எலெக்ட்ரான்கள்
போட்டான்கள்
எலெக்ட்ரான்கள்
காமோவால் கூறப்பட்ட ஓர் எளிய ஒப்புமை
அதேபோல் மேசான்களின் பரிமாற்றத்தினால் மிக வலிமை வாய்ந்த அணுக்கருவிசை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.
நிறை m
மேசான்
புரோட்டான்
புரோட்டான்
ஊகிக்கப்பட்ட நிறை m= 1/7 * புரோட்டான்நிறை
தவறான அனுமானங்களால் ஆரம்பிக்கப்பட்டாலும் இத்தகைய ஒரு துகளானது 1947ல் கண்டறியப்பட்டது.
நோபல் பரிசு வெற்றியாளர்கள்
1950
C.பவுல்
1949
ஜப்பானின் முதல் நோபல் பரிசு வெற்றியாளர் H. யுகேவா
இயற்பியல் தற்போது நான்கு விசைகளை அறிந்துள்ளது.
வலிமை மிக்க அணுக்கருவிசை
நியூக்ளியான்களைப் பிணைத்து வைத்துள்ளது.
வலிமை குறைந்த அணுக்கருவிசை
பீட்டா சிதைவிற்குக் காரணமாகிறது.
மின்காந்த விசை
அணுக்களை இணைத்து வைத்திருக்கிறது.
புவியீர்ப்பு விசை
இயற்பியலாளர்கள் எங்கும் செல்லாமல் பிடித்து வைத்திருக்கிறது.



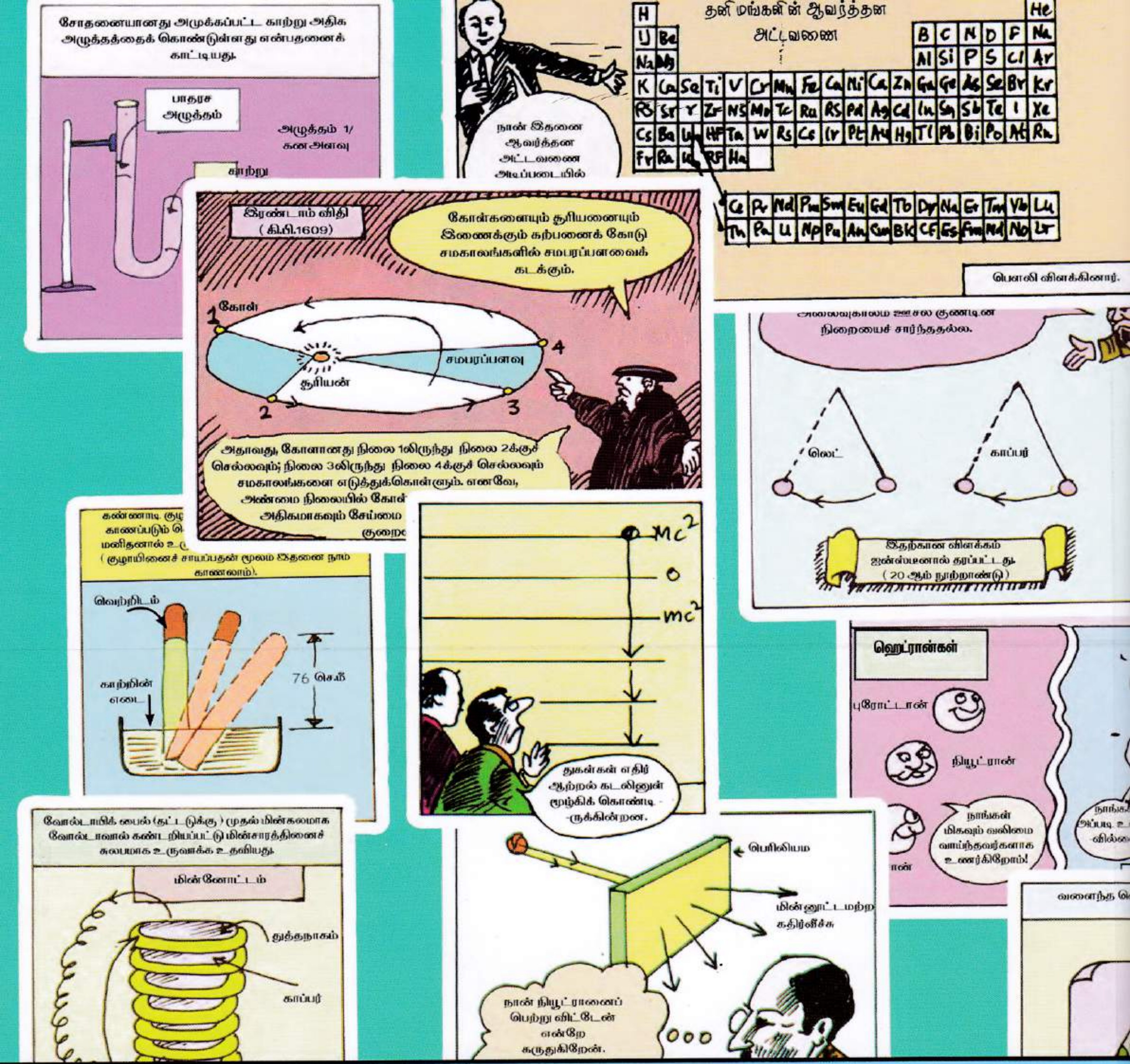
மற்றும் பல துகள்களைக் கண்டறிந்துள்ளது.
தனிமங்களை விட அதிகமான எண்ணிக்கையில் அடிப்படைத் துகள்களைக் கொண்டுள்ளீர்கள் போலவே!.
என்னைத் தனிமையில் விடுங்களேன்!
எனது அறிவுரை என்னவெனில் அதனை வகைப்படுத்துங்கள்.
வகைப்பாடா?
ஆமாம்! அதற்கு நடுவில் காணப்படும் பொதுவான அமைப்புகளையும் சமச்சீர்களையும் உற்றுநோக்குங்கள்.
ம்ம்...
இது குழப்பமான துகள்களை மிகச் சரியான முறையில் வகைப்படுத்த உதவியது.
முதல் வகைப்பாடானது...
போஸான்ஸான்கள் மற்றும் பெர்மியான்கள்
S.N.போஸ்
போஸான்கள் இணைந்து காணப்படுகின்றன.
போஸான்கள் 0,1n,2n,3n.... என்ற தற்சுழற்சிகளைக் கொண்டுள்ளன.
பெர்மியான்கள் 1/2, 3/2, 5/2... என்ற தற்சுழற்சிகளைக் கொண்டுள்ளன.
E.பெர்மி
தற்சுழற்சி என்றால் என்ன?
ஒவ்வொரு துகளும் உள்ளார்ந்த கோண உந்தச் சுழற்சியைக் கொண்டுள்ளன
இது (h/2π) = n என்பதன் மடங்குகளில் அமையும்.
பையான்
½ எலெக்ட்ரான்
1 போட்டான்
etc etc etc
ஆர்க்கிமிடீஸ்
கலிலியோ
நியூட்டன்
ஐன்ஸ்டீன்
இரண்டாவது வகைப்பாடானது அவற்றின் இடைவினையைப் பொருத்து ஏற்படுத்தப்பட்டது.
ஹெட்ரான்கள்
புரோட்டான்
நியூட்ரான்
மேசான்
நாங்கள் மிகவும் வலிமை வாய்ந்தவர்களாக உணர்கிறோம்!
எலெக்ட்ரான்
மியூயான்
நியூட்ரினோ
நாங்கள் அப்படி உணர -வில்லை!
லெப்டான்கள்
அடிப்படைத் துகள்களைக் குவாண்டம் இயந்திரவியல் விதி கொண்டு ஏன் வகைப்படுத்தக் கூடாது?
ஏனெனில் நாங்கள் அதன் மூலம் சரியான முடிவுகளைப் பெறுவதில்லை.
மின்காந்த விசையைக் குவாண்டம் இயந்திரவியல் படி விளக்குவதற்காக மூன்று அறிவியல் அறிஞர்கள் முயற்சி எடுத்துக் கொண்டார்கள்
ஸ்ட்ரோடிஞ்ஜர்
டோமோநாகா
பெயின்மேன்
மின்காந்தவியலுக்கான குவாண்டம் கொள்கையை நம்மால் இப்போது உருவாக்க முடியும்.
ஆஹா...நாம் கொஞ்சம் ஏமாற்றுகிறோமோ !!
ஆனால் இவர்களின் விதிகள் மற்ற விசைகளுக்கு ஒத்துப் போகவில்லை.
அட! சே! சே! சே!
நீங்கள் இன்னும் கொஞ்சம் சிறப்பாக முயற்சி செய்யுங்கள். நாங்கள் மேலும் ஒரு டஜன் ஹெட்ரான்களைக் கண்டறிந்துள்ளோம்.
சரி! சரி! முயற்சி செய்கிறோம்.



ஹெட்ரான்களை வகைப்படுத்துவதற்கான முதல் படி M.ஜெல்மேன் மற்றும் Y.நீமேன் இவர்களால் மேற்கொள்ளப்பட்டது.
நீங்கள் குழு தேற்றத்தினைப் பயன்படுத்தி இதனைப் பார்ப்பீர்களானால் ஹெட்ரான்களை ஒரு ஒழுங்கமைவிற்குள் கொண்டு வர இயலும்.
Y.நீமேன்
இந்த ஒழுங்கமைவானது மற்றொரு துகள் இருக்க வேண்டும் என வலியுறுத்தியது.
ஒமேகா
Ω
நிறை = 1.6 புரோட்டான் நிறை
இது மிக விரைவில் கண்டறியப்பட்டது.
செர்ன் (ஜெனிவா)
புருக்ஹெவன் (அமெரிக்கா)
1963
இது மெண்டலீபின் தனிம வரிசை அட்டவணை போல் உள்ளது.
M.ஜெல்மேன்
ஆனால், நாம் தனிம வரிசை அட்டவணையை அணு அமைப்பிலிருந்து தானே புரிந்து கொள்கிறோம்.
ஹெட்ரான்கள் தனிப்பட்ட உள்கட்டமைப்பைப் பெற்று இருக்கும் என்பது போல் உள்ளது.
ஜெல்மேன் மற்றும் Z.ஷ்விங் ஹெட்ரான்கள் என்பவை up மற்றும் down குவார்க்கால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கும் எனக் கருதினர்.
குவார்க் மின்சுமை
U 2/3
D −1/3
யாராவது குவார்க்கைப் பார்த்துள்ளார்களா?
அது தனித் துகள் போன்றது அல்ல.
ஆனால் குவார்க் புரோட்டான்களின் உள்ளே காணப்படுகிறது.
புரோட்டான்
எலெக்ட்ரான் கற்றை
குவார்க் மற்றும் லெப்டான்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சியானது இதில் நிலவிய குழப்பத்தைத் தீர்க்க உதவியது. மேலும் அதில் புதிய பொருட்களும் கண்டறியப்பட்டன
குவார்க்குகள் லெப்டான்கள்
1. UP ELECTRONS 1
2. DOWN MUON 2
3. STRANGE TAU-ON 3
4. CHARM
நாங்கள் அதில் என்ன உள்ளது எனக் கண்டறிந்து விட்டோம்.
பெரிய சவால் விசையைப் பற்றிக் கூறுவதே!
குவார்க்குகளுக்கு நடுவில் உள்ள வலிமையான விசைக்குக் காரணம் அதில் நடைபெறும் குளுவான்களின் பரிமாற்றம் ஆகும்.
குளுவான்
குவார்க்
குவார்க்
அப்படியெனில் வலிமை குறைந்த விசை மற்றும் புவியீர்ப்பு விசைக்குக் காரணம் என்ன ?



பல வருடங்களுக்குப் பிறகு விசையைப் பற்றிய சிறிய தெளிவு ஏற்பட்டது..
A. சலாம்
S. வெயின்பர்க்
மின் மற்றும் வலிமை குறைந்த விசைகள் வலிமை குறைந்த மின் விசை என ஒருமைப்படுத்தப்பட்டது.
இதற்குக் காரணமான துகள் விரைவில் கண்டறியப்பட்டது.
அவர்கள் போதுமான அளவு போராடி விட்டார்கள் என நினைக்கிறாயா ?
பூமி
ஆமாம் இப்போது நாம் அவர்களுக்குப் போசான்களை அளிப்போம்.
இது தான் நமது இயற்பியலின் கதையில் உச்சகட்ட தனித்துவமான கண்டுபிடிப்பாகும்.
பிறகு இந்தக் கண்டுபிடிப்புகளைப் பற்றிய ஆய்வானது தொடர்ந்து கொண்டுள்ளது.
வலிமை மிகுந்த விசையைப் பற்றிக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.
ஆனால்
உங்களுக்குப் புத்திசாலித் தனமிருந்தால்.
இயற்பியலாளர்கள் வலிமையான ஊகத்தினைக் கூறியுள்ளார்கள்.
புரோட்டான்கள் நிலையானவை அல்ல
என்ன சொல்கிறாய் உங்கள் அப்பா இங்கு இல்லையா?!
அவர் நியூக்ளியான்-களால் ஆக்கப்பட்டு-ள்ளார் இல்லையா?
ஊகத்தினை நிரூபிப்பதற்கான சோதனைகள் உலகம் முழுவதும் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கின்றன.
கோலார்
இந்தியா
இருந்த போதிலும் குழப்பம் நீடிக்கிறது.
நியூட்டன்
ஈர்ப்பு விசை என்றால் என்ன?
அது இங்கிருக்கக் கூடாது என நான் விரும்புகிறேன்.
ஈர்ப்பு விசையைப் பற்றிய புரிதல் மேலும் கீழும் தொடரும் தொடர் கதையாகவே நீடிக்கிறது.
1980-83
அதிசமச்சீர் தன்மை புவியீர்ப்பு விசையை நன்கு விளக்குகிறது.
ஈர்ப்பு விசை
இப்போது அதிநாண் (Super String) கொள்கை அதிகம் விவாதிக்கப்படுவதாக உள்ளது.
ஈர்ப்பு விசை நாண்களால் கட்டமைக்கப்-பட்டுள்ளது பார்த்தீர்களா?
!?!
ஆனால், பத்து பரிமாணங்களில் மட்டும்!
அப்புறம்...
நாம் ஆரம்பம் எனக் கருதுவது பல சமயங்களில் முடிவாகவும், முடிவு எனக் கருதுவது ஆரம்பமாகவும் இருக்கிறது. முடிவில் ஆரம்பித்த இடத்திற்கே சில சமயங்களில் வந்து நிற்கிறோம்.
நீங்கள் இங்கே இருக்கிறீர்கள்!



thamizhbooks.com பாரதி புத்தகாலயம் புதிய புத்தகம் பேசுது

₹ 90/-

00027915

BOOKS FOR CHILDREN